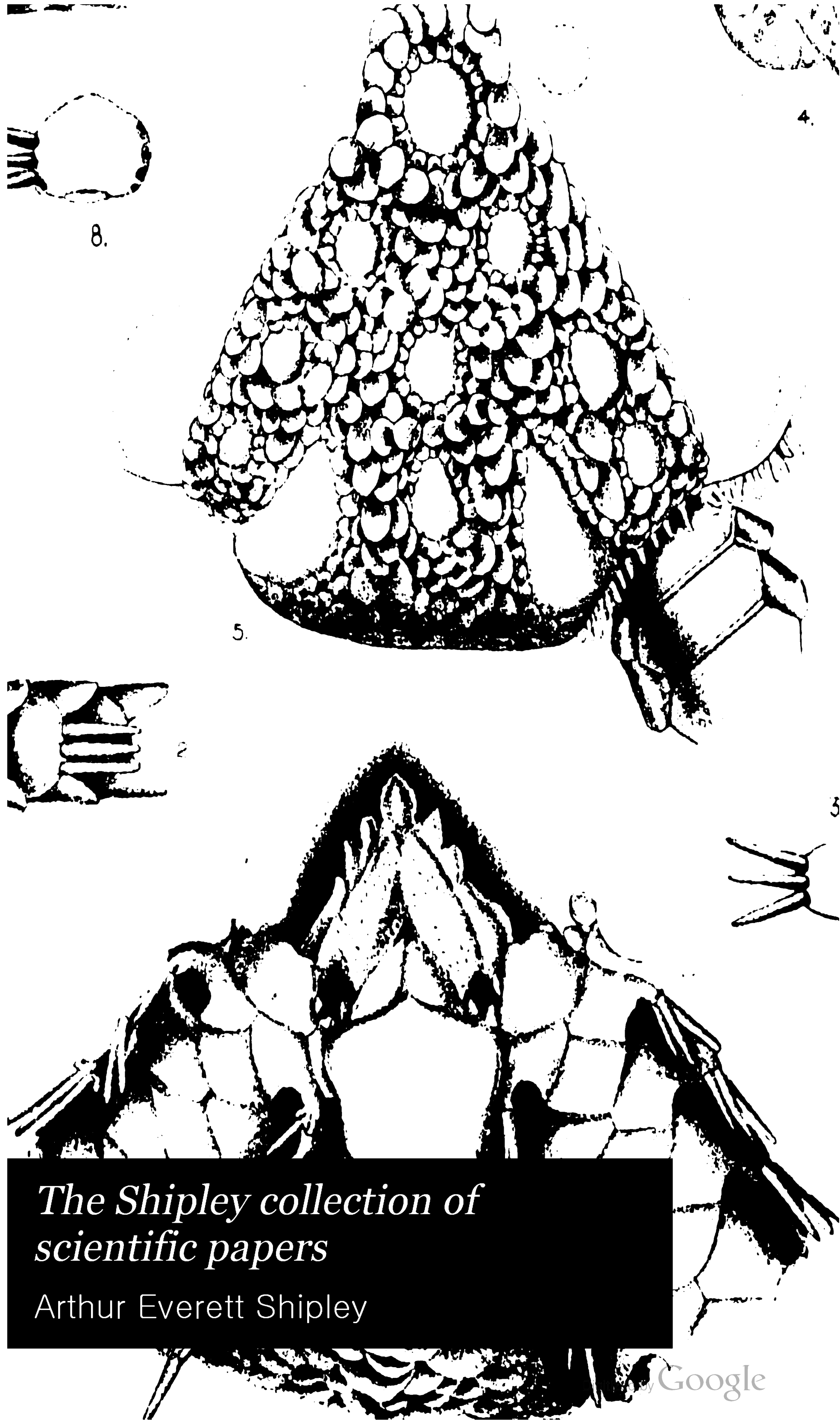
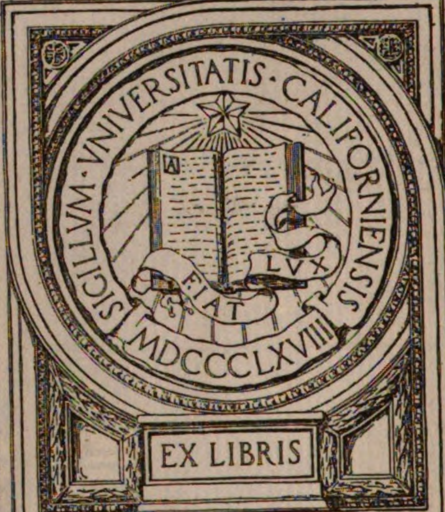

8.
4.
5.
2
3
The Shipley collection of scientific papers
Arthur Everett Shipley
Google


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

Ludwig, H. 1887-89
Morphologische Studien an Echinodermen. 1st Band
" " " " 2nd " 1880

Carpenter P. H.
Some Disputed Points in Echinoderm Morphology.

Hoyle W. E.
Report on the Ophiuroidea of the Faroe Channel
mainly collected by H.M.S. Triton 1882.

Hartog, M. M.
On the true nature of the "Madreporic System" of
Echinodermata.

Durham H. E.
The Emigration of Amoeboid Corpuscles in the
Starfish.
On the Madreporite of Cribrella ocellata.

MORPHOLOGISCHE STUDIEN

AN

ECHINODERMEN

VON

DR. PHIL. **HUBERT LUDWIG,**

DIRECTOR DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN SAMMLUNGEN IN BREMEN.

I. BAND.

HEFT I—III (ABHANDLUNG I—IX).

MIT 23 TAFELN UND 5 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1877—1879.

Alumnus book fund

VORWORT.

Indem ich meine bisherigen Echinodermenarbeiten (mit Ausnahme der rein systematischen Abhandlung: Beiträge zur Kenntniss der Holothurien, Arbeiten aus dem zoolog.-zootomischen Institut in Würzburg. II. Bd. 1875. p. 77—120; Taf. VI u. VII) in Gestalt eines ersten Bandes von »Morphologischen Studien an Echinodermen« der Oeffentlichkeit übergebe, mögen einige Worte über das Ziel, das ich mit diesen Studien anstrebe, und über die Wege, welche ich zu demselben eingeschlagen habe und weiterhin zu verfolgen gedenke, vorausgeschickt sein.

Ueberzeugt, dass die Zoologie, wenn sie nicht rückfällig werden soll in das Uebel naturphilosophischer Phantastereien, immer und immer Sorge tragen muss den festen Boden der thatsächlichen Wirklichkeit unter den Füssen zu behalten und dass die kühnen Speculationen und geistreichen Hypothesen, auch dann, wenn sie nicht mit Zeloteneifer gepredigt, sondern mit besonnener Ruhe und wissenschaftlicher Mässigung vorgetragen werden, wohl in dem Arbeitszimmer des Naturforschers ihren heuristischen Werth bethätigen und bewähren, nicht aber bei jeder Gelegenheit mit einem Lärm vorgebracht zu werden brauchen, der das weniger laute aber für den Kundigen um so eindringlichere Reden der Thatsachen zu übertäuben droht, — davon überzeugt bemühte ich mich vor allen Dingen festes Terrain zu gewinnen in dem trotz der Arbeiten eines Tiedemann, Joh. Müller, Lovén und vieler Anderen doch noch so wenig angebauten Gebiete der Morphologie der Echinodermen.

Um zu meinem Ziele, ein Gesammtbild des Baues der Echinodermen auf vergleichend-anatomischer und vergleichend-entwicklungsgeschichtlicher Basis geben zu können, vorzudringen, halte ich es für meine Aufgabe, alle Bezirke des Gebietes zu durchforschen und in ihren charakteristischen Eigenschaften kennen zu lernen. Dann erst, am Ende dieser Wanderung, erscheint es mir gestattet, ein zusammenfassendes Bild zu entwerfen, welches mit einigem Rechte den Anspruch erheben kann, wenigstens in den Hauptzügen nicht verzeichnet zu sein. Würde ich das aber schon früher versuchen, so käme ich mir vor wie ein Geograph, der nach einem kurzen Streifzuge durch ein Stück eines

wenig gekannten Landes eine Karte des ganzen Gebietes veröffentlichen wollte.

Bei der mit jedem Tage in nicht mehr zu bewältigender Massenhaftigkeit anschwellenden Literatur scheint es mir doppelte Pflicht eines jeden Forschers nicht jede Hand voll Beobachtungen durch die gar zu alltäglich werdende Beigabe von kurzlebigen phylogenetischen Hypothesen und langathmigen Wiederholungen hinreichend bekannter descendenz-theoretischer Auffassungen zum dreifachen Volumen aufzubauschen. Wer in aller Welt soll es denn schliesslich noch fertig bringen, das Alles auch nur noch durchzusehen, geschweige denn zu lesen? Nur am Ende längerer Untersuchungsreihen, die sich über alle wesentlichen Theile eines grösseren Gebietes erstrecken, dürfte es zweckmässig sein den Flug in das luftige Reich der Hypothesen und Theorien zu wagen und so von erhöhtem Standpunkte aus Umschau zu halten über das Ganze und über die Grenzen desselben hinauszublicken nach den näher und ferner liegenden Nachbarbezirken.

Wie Antaeos seine Kraft schöpfte aus jeder Berührung mit der Mutter Erde, so bedarf auch die Naturforschung und insbesondere die moderne Zoologie des beständigen Contactes mit dem Boden der Thatsachen, wenn sie nicht erdrückt werden soll von der wuchernden Speculation. Mit voller Absicht habe ich deshalb in meinen bisherigen Abhandlungen zur Morphologie der Echinodermen Vermuthungen und Verallgemeinerungen, die sich überdies manchem Leser meiner Arbeiten, ebenso gut wie mir beim Untersuchen, aufdrängen werden, möglichst zurückgehalten oder doch nur kurz angedeutet. Auch in den späteren Abhandlungen, zu welchen mir bereits eine Reihe von Beobachtungen vorliegen, gedenke ich in derselben Weise zu verfahren.

Im Laufe der nächsten Jahre, namentlich wenn meine Bitte an meine Fachgenossen, durch gütige Ueberlassung von geeignetem Material meine Bestrebungen zu unterstützen, nicht unerfüllt bleibt, hoffe ich einen zweiten Band dieser »Studien« in ungefähr gleichem Umfange veröffentlichen zu können, der sich abgesehen von einigen kleineren Arbeiten wesentlich mit der Fortsetzung der Anatomie der Ophiuren, sodann mit der Anatomie der Echinoideen und der Holothurioideen beschäftigen wird. Nach Abschluss dieses zweiten Bandes glaube ich dann endlich soweit zu sein, dass ich mit dem Versuch einer zusammenfassenden »vergleichenden Morphologie der Echinodermen« hervortreten kann. Zu dieser abschliessenden Arbeit werden dann neben den Arbeiten anderer Forscher die beiden Bände der »Morphologischen Studien« als Vorarbeiten zu betrachten sein.

Bremen, 12. November 1878.

INHALTSVERZEICHNISS.

Die im Nachfolgenden mitgetheilten Untersuchungen über die Anatomie der Crinoideen sind ihrem wesentlichsten Inhalte nach bereits vorläufig veröffentlicht worden in dieser Zeitschrift (Nr. 21), sowie in den Nachrichten von der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen (Nr. 22, 23). Sie verdanken ihre Entstehung dem Wunsche, die Kenntniss dieser nach so mancher Richtung hin interessanten Thiere, über deren Skelettheile Joh. Müller (Nr. 26), W. B. Carpenter (Nr. 3) und M. Sars (Nr. 31) ihre klassischen Abhandlungen geschrieben haben, auch hinsichtlich der Weichtheile nach Kräften zu fördern. Angestellt wurden dieselben zunächst an zahlreichen, wohlerhaltenen Exemplaren von Antedon rosaceus Link (= Alecto europaea F. S. Leuck. = Comatula mediterranea Lam.) aus dem Mittelmeer, welche ich der Freundlichkeit meines verehrten Collegen, Herrn Dr. L. Graff in München verdanke. Weiterhin wurden sie ausgedehnt auf die in der hiesigen zoologischen Sammlung vertretenen Crinoideen: Antedon Eschrichtii Joh. Müll., Actinometra trachygaster Lütk., Actinometra Bennettii Joh. Müll., Pentacrinus caput Medusae Mill., sowie zwei nicht näher bestimmte Antedon-Arten aus der Bai von Bengalen. Vermehrt wurde das Untersuchungsmaterial durch die gütige Zusendung von Antedon Eschrichtii von Seiten des Herrn Staatsrathes Dr. Steenstrup in Kopenhagen. Es ist mir eine sehr angenehme Pflicht den beiden genannten Herren, sowie dem Director des hiesigen zoologisch-zootomischen Instituts, Herrn Professor Dr. Ehlers, meinen Dank auch an dieser Stelle auszusprechen.

Von sämmtlichen genannten Crinoideen standen mir Armstücke zur Verfügung, Scheiben jedoch nur von Antedon Eschrichtii und ins-

besondere von Antedon rosaceus. Hauptmethode der Untersuchung war die Zerlegung sowohl der Arme als auch der Scheiben in Schnitte und Schnittserien. Um mit möglichster Sicherheit vorgehen zu können, mussten die Schnitte und Schnittserien in den verschiedensten Richtungen geführt werden. So wurden die Arme und Pinnulae an Querschnitten, an horizontalen und verticalen Längsschnitten, sowie endlich an schiefen Schnitten untersucht. Die Scheibe wurde in verticale und horizontale Schnittserien zerlegt. Mitunter empfahl sich die Präparation unter der Loupe, sowie das Einlegen grösserer unversehrter Stücke in Damarharz. Färbungen erwiesen sich für die meisten der hier in Betracht kommenden Verhältnisse von keinem sehr wesentlichen Vortheile. Nur ein Theil der Präparate wurde einer Tinction mit Carmin oder Hämatoxylin unterworfen. Eingeschlossen wurden sämmtliche Schnitte in Damarharz. Als geeignetste Methode der Entkalkung erwies sich die Behandlung mit Chromsäure unter ganz geringem Zusatz von Salzsäure. Auf etwa ein Liter stark weinfarbner, frischer Chromsäurelösung wurden circa 20 Tropfen Salzsäure zugegeben. Diese Entkalkungsflüssigkeit wurde täglich durch frisch zubereitete ersetzt. Um Macerationen zu vermeiden ist von Wichtigkeit stets mit viel Flüssigkeit zu arbeiten; in ein Liter brachte ich gleichzeitig höchstens drei Scheiben oder ebensoviele Arme.

In der Darstellung halte ich mich an den Gang der Untersuchung, indem ich zuerst die Anatomie der Arme, dann diejenige der Scheibe behandle, soweit sich eine solche Trennung, ohne Unklarheiten zu verursachen, durchführen lässt. Einige allgemeinere Bemerkungen über die Anatomie der Crinoideen und deren Beziehungen zu den übrigen Echinodermen werden den Schluss der Abhandlung bilden.

I. Anatomie der Arme.

Die erste dürftige Beschreibung der Weichtheile der Arme findet sich bei Heusinger (Nr. 15 p. 369). Er sagt, dass die fünf Furchen oder Rinnen, welche von dem Munde in der Richtung der Arme ausstrahlen, sich da, wo sich die letzteren theilen, gleichfalls theilen und über die ganze concave (ventrale) Fläche derselben hinlaufen und in alle Nebenstrahlen (Pinnulae) Seitenäste abschicken. »Die Ränder dieser Rinnen sind nicht gleichmässig, sondern gehen in lauter kleine Wärzchen aus, deren Basis schwarzroth ist und die zackenartig in einander greifen. Ich halte sie für das Analogon der Füsschen der Seesterne. Diese franzenartigen Ränder sind äusserst contractil.« Ferner bemerkt Heusinger in dem kurzen Abschnitte über das Nervensystem (l. c. p. 374): »Die Ränder der Rinnen sind sehr empfindlich; ich habe aber an allen Orten,

durch alle Mittel vergebens nach Nerven gesucht. Mit Bestimmtheit konnte ich nirgends welche erkennen. Dass sie vorhanden sind, kann man wohl kaum bezweifeln, da das Muskelsystem so entwickelt ist . . «

Eine bedeutende Förderung erhielt die Kenntniss der Anatomie der Arme durch Joh. Müller in seiner berühmten Abhandlung über den Bau des Pentacrinus (Nr. 26 p. 221 sqq., p. 233 sqq.). Er beschreibt, wie das weiche Perisom der Beugeseite der Arme (d. h. der ventralen Seite) die Rinne der Skelettheile brückenartig deckt und unabhängig von letztgenannter Rinne an seiner Oberfläche eine Furche oder Halbcanal besitzt — die Tentakelrinne. An den beiden Seiten der Rinne steht je eine Längsreihe von zahlreichen, kleinen Blättchen, die bei Pentacrinus verkalkt sind. An ihrer äusseren Seite geht ein Zug von dunkelrothen, punctförmigen Flecken. Die innere Seite der Säume der Rinne ist mit weichen cylindrischen Fühlerchen besetzt, den Tentakeln, die hohl, am Ende geschlossen und abgerundet sind, sich sehr verlängern und verkürzen können und im verkürzten Zustand wie wurmförmig geringelt aussehen; ihre ganze Oberfläche ist noch mit kleineren, cylindrischen, am Ende wenig angeschwollenen Fühlerchen besetzt. Die Tentakelrinne entspricht den Bauchfurchen der Asterien und ihre Fühlerchen den Füsschen der Asterien. Unter der Tentakelrinne liegen nach ihm bei Pentacrinus und Comatula zwei häutige Canäle und zwischen beiden der Nervenstrang des Arms von einer häutigen Hülle besonders umgeben; letzterer macht jeder Pinnula gegenüber eine längliche, schwache Anschwellung, von welcher der Nervenfaden in die Pinnula abgeht. Der untere Canal wird gegen die Scheibe schnell enger. Er liegt am Arm in der Tiefe der Rinne der Armglieder und ist seitlich comprimirt. Der obere Canal, der Tentakelcanal, liegt zunächst unter der Tentakelfurche, von ihm scheinen die Fühlerchen mit Flüssigkeit versorgt zu werden. Dieser Canal ist bei Pentacrinus überall einfach, bei den Comatulen ist er an manchen Stellen der Arme durch ein senkrechtes Scheidewändchen getheilt. »An den Pinnulae der Comatulen liegen die Eierstöcke. Sie befinden sich in der unteren Hälfte der Pinnula, die bei den reifen Comatulen stark angeschwollen ist. Das Perisom und die Tentakelrinne gehen über die Eierstöcke weg. Die von Thompson bemerkte Oeffnung muss erst durch Dehiscenz entstehen; ich ah solche nicht an den angeschwollenen Pinnulae. Die Eierstöcke und lie Eierchen sind an den wesentlichen Theilen zu erkennen, man unterscheidet Dotter, Keimbläschen und bläschenartigen Keimfleck.« Die Geschlechter sind getrennt. Bei den männlichen Individuen liegen die oden an derselben Stelle wie die Eierstöcke bei den Weibchen. Der loden ist ein unregelmässiger am Rande in mehrere Abtheilungen ein-

geschnittener Schlauch, der gegen die Basis der Pinnulae am dicksten ist, in entgegengesetzter Richtung dünner, plötzlich endigt. »Die Spermatozoen der Comatulen haben einen kugeligen Kopf, den Schwanzfaden habe ich wegen der Feinheit nicht gesehen und aus den Bewegungen erschlossen.« Diese Angaben Joh. Müller's über die Weichtheile der Arme sind illustrirt durch mehrere Abbildungen, unter welchen Fig. 11 und Fig. 12 der Taf. IV von besonderem Interesse sind. Beide Figuren finden sich in getreuen Copien wiedergegeben in Fig. 1 und 2.

In der an Joh. Müller's Arbeiten sich würdig anschliessenden Abhandlung von Sars (Nr. 31) über Rhizocrinus lofotensis und das Pentacrinus-Stadium von Antedon Sarsii haben die Weichtheile der Arme keine nähere Berücksichtigung gefunden, nur die Tentakel und die Saumläppchen der Tentakelrinne werden nach ihrer äusseren Form und Lagerung beschrieben.

Soweit sich bei W. Thomson (Nr. 38) in seiner Entwicklungsgeschichte des Antedon rosaceus Angaben finden, welche für die Anatomie der Arme des erwachsenen Thieres von Bedeutung sind, werden dieselben im Verlaufe des Textes berücksichtigt werden. An dieser Stelle soll nur hervorgehoben werden, dass Thomson die beiden von Joh. Müller aufgefundenen über einander gelegenen Hohlräume der Arme wiedererkannt hat.

Auch die fast gleichzeitige Abhandlung W. B. Carpenter's (Nr. 3) beschäftigt sich in ihrem bis jetzt allein erschienenen ersten Theile nur vorübergehend mit der Anatomie der Weichtheile der Arme. Das Wesentlichste ist, dass der genannte Forscher über den beiden Joh. Müller'schen Canälen der Arme, die er als Canalis afferens und Canalis efferens und an einer anderen Stelle als Canalis subtentacularis und Canalis coeliacus unterscheidet, einen dritten Canal, den eigentlichen Tentakelcanal, der Joh. Müller unbekannt geblieben war, beschreibt.

Eine eingehendere Darstellung des anatomischen Baues der Arme und zwar insbesondere der weichen Theile derselben hat neuerdings Perrier (Nr. 30) zu geben versucht. Da wir später öfters auf seine Angaben zurückkommen müssen, möge an dieser Stelle nur das Wichtigste aus denselben zur Orientirung des Lesers angeführt sein. Perrier behauptet, dass unterhalb des Tentakelcanales nur ein einziger Hohlraum die Arme durchziehe, der eine Fortsetzung der Leibeshöhle sei und nicht einem gesonderten Canalsysteme angehöre; derselbe sei überdies nur bei jungen Thieren deutlich erkennbar. An seiner Wandung sollen sich die Geschlechtsorgane in den Pinnulae bilden. Der Tentakelcanal werde umschlossen von zwei von einander abstehenden Wandungen, zwischen denen sich verästelte, kerntragende Fäden, die nicht musku-

löser Natur seien, ausspannen. Ueber dem Tentakelcanal und unter dem Epithel der Tentakelrinne liege ein aus Längsfasern gebildeter Muskelstrang (bandelette musculaire). Die Tentakel entspringen in Gruppen von je dreien aus je einem Seitenaste des Tentakelcanales.

Endlich hat SEMPER (Nr. 34) kurze anatomische Bemerkungen über Comatula veröffentlicht, worin er insbesondere den Nachweis führt, dass der Armnerv JOH. MÜLLER's ein zu den Genitalorganen gehörender Strang ist.

In diesen Zeilen habe ich in Kürze den Stand der Kenntnisse von der Anatomie der Weichtheile der Crinoideenarme dargelegt, wie er am Ende des vorigen Jahres, als diese Untersuchungen begonnen wurden, war. Nachdem dann noch W. B. CARPENTER (Nr. 4) einer Uebersetzung der SEMPER'schen Mittheilung einige Erläuterungen beigefügt hatte, veröffentlichte ich meine erste vorläufige Mittheilung in dieser Zeitschrift (Nr. 21). Es erschien nunmehr in schneller Folge eine ganze Reihe von Publicationen von W. B. CARPENTER, P. H. CARPENTER, AL. GÖTTE, R. GREEFF, R. TEUSCHER und mir selbst, die sich mit der Anatomie der Crinoideen — und was uns hier zunächst interessirt, mit der Anatomie der Arme beschäftigten. Ihren Inhalt an diesem Orte zu analysiren, unterlasse ich und ziehe es vor, an den betreffenden Stellen im Verlaufe der Darstellung darauf einzugehen[1].

Wenden wir uns jetzt zur Sache selbst, so empfiehlt es sich, um einen Ueberblick der Verhältnisse zu gewinnen, zunächst einen Querschnitt des Armes — wir wählen einen solchen von Antedon Eschrichtii — zu betrachten und uns an demselben die wichtigsten Theile, mit denen wir es zu thun haben, vorzuführen. Es findet sich in Fig. 5 ein solcher Querschnitt abgebildet. (Vergl. auch die Tafelerklärung.) Derselbe ist so gelegt, dass er mit seiner ventralen Seite nach oben, mit seiner dorsalen Seite nach unten sieht. An Masse imponirt am meisten das Kalkglied, welches den grössten Theil des Schnittes bildet. Dasselbe ist dorsalwärts abgerundet, ventralwärts hingegen besitzt es eine tiefe Rinne, in und über welcher wir die uns besonders interessirenden

1) Es möge mir gestattet sein, die Reihenfolge anzuführen, in welcher die oben berührten jüngsten Publicationen in meine Hände gelangten: Nach der Publication meiner ersten vorläufigen Mittheilung erschien meine zweite Mittheilung in den Göttinger Nachrichten (Nr. 22). Dann erhielt ich der Reihe nach die Arbeiten von W. B. CARPENTER (Nr. 5) und R. GREEFF (Nr. 12), P. H. CARPENTER (Nr. 2), AL. GÖTTE (Nr. 7). Alsdann schrieb ich meine dritte Mittheilung (Nr. 23), und als deren Druck bereits beendet war, bekam ich durch weitere freundliche Zusendung R. GREEFF's Arbeit (Nr. 13) und endlich nach der Publication jener Mittheilung die Abhandlung von R. TEUSCHER (Nr. 37).

Weichtheile finden. Die Kalkglieder selbst einer näheren Betrachtung zu unterziehen, ist nicht nöthig, da dies Joh. Müller für Pentacrinus caput Medusae, W. B. Carpenter für Antedon rosaceus und M. Sars für Rhizocrinus lofotensis in erschöpfender Weise gethan haben. Die Kalkglieder werden durchzogen von einem nicht verkalkten Faserstrange, den Joh. Müller irrthümlich als ein Gefäss beschrieben hat. Wie bekannt, werden die Kalkglieder gegen einander bewegt durch paarige Muskeln. Zur Orientirung über die übrigen Weichtheile, welche sich in und über der Rinne der Kalkglieder befinden, wollen wir von der ventralen Seite unseres Schnittes ausgehen und von dort aus nach der dorsalen Seite vorschreiten. Auf diesem Wege treffen wir zuerst auf eine Rinne, welche die Mitte der ventralen Seite einnimmt. Es ist dies die Tentakelrinne. Dieselbe wird rechts und links überragt von den Tentakeln, welche zu je dreien zu einer Tentakelgruppe miteinander verbunden sind. Letzteres Verhältniss ist auf dem Querschnitt allerdings nicht zu erkennen, ebensowenig wie der in Zacken ausgezogene Hautsaum, welcher nach den Seiten hin die Tentakelrinne abschliesst. Die Zacken werden als Saumläppchen der Tentakelrinne bezeichnet und sind bereits von Joh. Müller beschrieben worden. Die Tentakelrinne ist von einem hohen Epithel ausgekleidet. Dicht darunter verläuft median der Armnerv in Gestalt eines platten Bandes. Unter dem Nerven und gleichfalls median gelagert, begegnen wir einem engen Lumen, dem Querschnitt eines Blutgefässes, welches wegen seiner Lagebeziehung zu dem Nerven als Nervengefäss bezeichnet wird. Unter dem Nerven und dem Nervengefäss finden wir weiterhin das Wassergefäss des Arms, von welchem alternirend rechts und links Seitenzweige zu den Tentakelgruppen abtreten [1]. Unter dem Wassergefässe ist die Fortsetzung der Leibeshöhle in den Arm gelagert und nimmt den ganzen Zwischenraum zwischen den bereits erwähnten ventralen Weichtheilen und dem dorsalen Kalkgliede mit seinen Muskeln ein. Diese Fortsetzung der Leibeshöhle in den Arm ist aber kein einfacher Hohlraum, sondern sie zerfällt durch Gewebszüge, welche Fortsetzungen der die Leibeshöhle der Scheibe durchziehenden Gewebsmassen sind, in mehrere Abschnitte. Zunächst wird sie durch eine horizontale Scheidewand in zwei Hauptabschnitte zerlegt, einen ventralen und einen dorsalen. Dies sind die beiden Hohlräume, welche Joh. Müller schon beschrieb und welche W. B. Carpenter als Canalis subtentacularis und Canalis coeliacus bezeichnete. Jenen nenne ich den Canalis ventralis, diesen den Canalis

1) Streng genommen dürfte auf den Querschnittbildern immer nur ein (entweder ein linker oder ein rechter) Seitenzweig gezeichnet sein.

dorsalis. Die horizontale Scheidewand, durch welche beide Canäle von einander getrennt werden, umschliesst selbst einen dritten Abschnitt der Fortsetzung der Leibeshöhle in den Arm. Dieser dritte Abschnitt tritt in dem Arm an Ausdehnung sehr hinter den Ventralcanal und den Dorsalcanal zurück. Derselbe umschliesst ein Blutgefäss, welches selbst wieder in seinem Innern einen Strang führt, den wir, da sich aus seinen Zellen die Genitalproducte entwickeln, den Genitalstrang oder richtiger, wie wir später sehen werden, die Genitalröhre nennen. Dem entsprechend gebe ich dem dritten Abschnitte der Leibeshöhle des Armes den Namen Canalis genitalis. In den Pinnulae bleiben die Grössenverhältnisse der drei beschriebenen Canäle zu einander nicht dieselben wie in den Armen. Es wird nämlich durch die Entwicklung der Geschlechtsproducte in den Pinnulae die Genitalröhre und dadurch auch der Canalis genitalis bedeutend ausgedehnt und zwar auf Kosten des darüber [1]) gelegenen Canalis ventralis und des darunter gelegenen Canalis dorsalis, wie ein Blick auf die Fig. 10 lehrt. Endlich zerfällt der Canalis ventralis selbst wieder bei manchen Arten durch Gewebszüge, welche ihn hintereinander in der Medianebene des Armes durchsetzen, in zwei seitliche, unvollkommen von einander getrennte Abschnitte, einen rechten und einen linken, für welche eine besondere Bezeichnung einzuführen unnöthig ist. Aber auch die Trennung der drei Hauptabschnitte der Fortsetzung der Leibeshöhle in den Arm, also des Ventralcanals, des Genitalcanals und des Dorsalcanals, von einander ist, wie wir später sehen werden, keine ganz vollkommene.

Wir gehen nunmehr dazu über, die erwähnten Weichtheile der Arme des Näheren zu betrachten und beginnen mit der Tentakelrinne[2]).

Die Tentakelrinne und ihr Epithel.

Schon Heusinger (Nr. 15), Joh. Müller (Nr. 26) und späterhin M. Sars (Nr. 31) haben die Tentakelrinne der Arme und Pinnulae in ihrem Verlauf und ihrer allgemeinen Gestaltung so hinreichend beschrieben, dass ein nochmaliges Eingehen darauf überflüssig sein dürfte. Auch Perrier (Nr. 30) hat eine Darstellung derselben gegeben, auf welche hier gleichfalls verwiesen sein mag. Nur einige Worte über die Saumläppchen der Tentakelrinne (crescentic leaves W. Thomson, festons

1) Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, dass wir bei den Lagebezeichnungen das Thier stets in seiner natürlichen Haltung denken, also mit dem Knopf nach unten, mit dem Munde nach oben gerichtet. Wir haben dann oben die ventrale Seite und unten die dorsale. Im Uebrigen vergleiche man bezüglich der Nomenclatur Joh. Müller's Arbeiten.

2) Wo im Folgenden nicht anders bemerkt, beziehen sich die Angaben stets zunächst auf Antedon Eschrichtii.

Perrier, respiratory leaves Carpenter, Zacken der gezackten Leiste Teuscher). Dieselben sind, wie bekannt, lappige Erhebungen der Ränder der Rinne an der Basis einer jeden Tentakelgruppe. Bei Pentacrinus und Rhizocrinus sind sie verkalkt und bei Antedon rosaceus zeigen sie wenigstens eine Neigung zur Verkalkung, denn es finden sich in ihnen, wie Perrier (Nr. 30 p. 55, Pl. II Fig. 3) ausführlich beschreibt, unregelmässig geformte, ästige Kalkspiculae. Die Saumläppchen stehen mit der Basis je einer Tentakelgruppe in continuirlichem Zusammenhange. Sie können sich über die Tentakelrinne hinüberlegen und greifen dann bei ihrer alternirenden Stellung von rechts und links ineinander. W. B. Carpenter ist der Meinung, dass sie in besonderer Beziehung zu der Respiration stehen und nennt sie deshalb respiratorische Läppchen. Letztere Bezeichnung möchte ich deshalb vermeiden, weil in anatomischen Beschreibungen rein morphologische Benennungen überhaupt den physiologischen vorzuziehen sind, dann aber auch deshalb, weil mir jene respiratorische Function der Saumläppchen noch nicht hinreichend begründet zu sein scheint und überdies es fraglich ist, ob nicht der Schutz, den sie bei ihrer Fähigkeit die Tentakelrinne von aussen zu überdecken und die dort gelegenen wichtigen Organe von der Aussenwelt abzuschliessen und vor Schädlichkeiten zu beschützen, von grösserer Bedeutung[1]) ist.

Ausgekleidet ist die Tentakelrinne von einem hohen Epithel, welches aus lang ausgezogenen Zellen zusammengesetzt wird, welche in der Mehrzahl die ganze Dicke der Epithellage durchziehen (Fig. 8). In der Mitte der Tentakelrinne ist das Epithel am höchsten, 0,06 bis 0,075 Mm.; nach den Seiten hin wird es allmälig niedriger, um dann endlich überzugehen in das Epithel der Tentakel, der Saumläppchen und weiterhin der Armoberfläche überhaupt. Die Kerne der Epithelzellen sind in dem äusseren Bezirke des Epithels spindelförmig, 0,004 bis 0,005 Mm. lang, in dem tieferen Bezirke, bei annähernd gleicher Grösse, rund und besitzen stets ein sehr kleines Kernkörperchen. Nach aussen trägt das Epithel einen Cuticularsaum von 0,001—0,0015 Mm. Dicke.

Teuscher (Nr. 37 p. 254) beschreibt dicht unter diesem Cuticularsaum eine besondere kleinzellige Matrix desselben, die ich aber in Abrede stellen muss. Die langen, fadenförmig ausgezogenen Zellen des Epithels treten in meinen Präparaten überall dicht bis an die Cuticula heran und nirgends vermag ich zwischen ihnen und der Cuticula eine

1) Insbesondere dürfte bei jenen Crinoideen, bei welchen die Saumläppchen zu festen Saumplättchen verkalkt sind, z. B. Pentacrinus, von einer besonderen respiratorischen Function derselben wohl kaum die Rede sein.

besondere Zellenlage zu unterscheiden. Auch bei den ähnlichen Verhältnissen der Seesterne haben HOFFMANN (Nr. 17 p. 10) und GREEFF (Nr. 9 p. 6) dicht unter der Cuticula der Ambulacralrinne ein Plattenepithel als Matrix derselben beschrieben. Nach meinen eigenen Untersuchungen an Asteracanthion rubens muss ich indessen LANGE (Nr. 18 p. 253) beipflichten, wenn er das Vorhandensein jenes Plattenepithels leugnet. TEUSCHER's Auffassung des oben von mir als Epithel der Tentakelrinne beschriebenen Gewebes steht mit der meinigen auch noch in anderen Puncten in Gegensatz. Er scheint als eigentliches Epithel nur jene subcuticulare Zellenlage anzusehen, von deren Vorhandensein ich mich, wie schon gesagt, nicht überzeugen konnte. Die Schicht aber, welche ich oben als Epithel beschrieb, bezeichnet er als äussere Schicht der Auskleidung der Ambulacralrinne und lässt sie zusammengesetzt sein aus nebeneinander aufsteigenden Fasern, deren Zwischenräume dicht mit ovalen Zellen von 0,003—0,006 Mm. Länge angefüllt seien. Wie schon aus einem Vergleich der angegebenen Grössen erhellt, bezeichnet TEUSCHER dieselben Gebilde hier als Zellen, die wir oben als Kerne der Epithelzellen kennen gelernt haben; seine Fasern aber sind unsere lang ausgezogenen Epithelzellen. Auch hier möge verwiesen sein auf die von LANGE (l. c.) ausführlich beschriebene ähnliche Zusammensetzung des Epithels der Ambulacralfurche der Asterien, die ich bestätigen kann. Endlich fasst auch P. H. CARPENTER (Nr. 2) die oben beschriebene Schicht in unserem Sinne als das Epithel der Rinne auf. Die Cuticularschicht des Epithels wird noch überragt von kurzen, dicht stehenden Wimpern. Anfänglich vermochte ich dieselben an meinen Präparaten nicht mit wünschenswerther Sicherheit aufzufinden und liess deshalb ihre Existenz fraglich (Nr. 22 p. 106); später aber, an günstigeren Objecten, vermochte ich mich von dem Vorhandensein derselben auf das Bestimmteste zu überzeugen, womit die Angaben von W. B. CARPENTER (Nr. 5 p. 222) und TEUSCHER (Nr. 37 p. 254) im Einklange stehen.

Wir gelangen dicht unter dem Epithel der Tentakelrinne zu einer vielleicht sogar mit demselben in Zusammenhang stehenden Schicht, in welcher die nervösen Elemente verlaufen.

Die Nervenschicht.

Dieselbe wird in ihrer Hauptmasse gebildet von ungemein feinen, häufig mit winzigen Zellen untermischten Fasern, die in der Längsrichtung des Armes und der Pinnulae verlaufen (Fig. 9). Die ganze Schicht misst im Arm ungefähr 0,03 Mm. an Dicke und erstreckt sich rechts und links von der Medianebene des Arms in einer Ausdehnung von 0,18 Mm., so dass sie also in ihrer Gesammtheit ein 0,36 Mm. breites

Band darstellt, welches dicht unter dem Epithel der Tentakelrinne verläuft. Wie später erörtert werden soll, sind wir berechtigt, diese Fasern als nervöse Elemente anzusprechen und das ganze von ihnen gebildete subepitheliale Band als den Nerven. Die winzigen Zellen, die sich zwischen den Nervenfasern finden, sind vielleicht auch nur die Kerne von Zellen, die in den Verlauf der Fasern eingeschaltet sind. Sie messen 0,0035—0,0045 Mm. und sind von runder Gestalt. Bei Antedon rosaceus sind die Grössenverhältnisse des Nervenbandes natürlich geringer wie bei Ant. Eschrichtii und auch die Zellen (Kerne?) zwischen den Fasern sind kleiner (nach Teuscher's [Nr. 37 p. 254] Angaben = 0,0025 Mm.).

Die Nervenfasern erscheinen auf Querschnitten durch den Arm oder die Pinnula, wie aus ihrem Verlaufe erklärlich ist, als feine Pünctchen; nur wo zu einer Tentakelgruppe ein Zweig des Nerven rechtwinklig vom Stamme abgeht, bekommt man auch auf dem Querschnitt statt der Pünctchen die Fasern zu Gesichte. Letztere erkennt man aber am deutlichsten auf Längsschnitten durch die Tentakelrinne. Andere Zweige als die schon erwähnten zu den Tentakeln sah ich nirgends von dem Nervenstamm des Arms oder der Pinnula abtreten.

Durchsetzt wird die Fasermasse des Nerven durch zahlreiche, ungleich dicke, feine Stränge, die denselben in verticaler Richtung durchziehen. Auf Querschnitten erscheint der Nerv in Folge dessen wie in mehrere neben einander liegende Bündel zertheilt. Bei starken Vergrösserungen hat es den Anschein, als wenn diese Stränge aus der dünnen Bindegewebslage, welche unter dem Nerven gelegen ist und denselben von dem Wassergefäss (resp. Nervengefäss) und dem Ventralcanal trennt, emporstiegen. Noch schwieriger als über dieses untere, dorsale Ende der Stränge klar zu werden, ist es zu einer sicheren Erkenntniss ihres oberen ventralen Endes zu kommen. Bei Antedon Eschrichtii wurde an einer Reihe von Schnitten deutlich erkannt, dass die Stränge, sobald sie an der ventralen Seite des Nervenbandes angekommen sind, umbiegen und sich zu einer horizontal gelegenen dünnen Lamelle miteinander vereinigen, welche den Nerven von dem dicht darüber gelegenen Epithel der Tentakelrinne scheidet. Die Dicke dieser Lamelle (Fig. 9) maass ich an einem Schnitte durch den Arm zu 0,0019 Mm. Neben diesen Beobachtungen von dem Vorhandensein einer derartigen dünnen Lamelle zwischen Epithel und Nerv stehen nun aber andere nicht minder sorgfältige, in welchen es mir bei demselben Thiere nicht gelang, jene Lamelle wahrzunehmen, sondern vielmehr die Stränge direct an das Epithel herantraten und sich in Verbindung zu setzen schienen mit einer oder mehreren der lang ausgezogenen Zellen des

Letzteren. Bei Antedon rosaceus ist mir die Existenz jener Lamelle überhaupt zweifelhaft geblieben. Bei diesem Stande meiner eigenen Beobachtungen war es mir sehr erwünscht, durch P. H. Carpenter's (Nr. 2 p. 578 sqq.)[1]) Untersuchungen, an Antedon Eschrichtii und Actinometra armata eine Bestätigung meiner vorläufigen Angaben von dem Bau des Nerven und insbesondere von dem Vorhandensein jener ihn vom Epithel trennenden dünnen Lamelle zu erhalten. Teuscher hingegen hat bei Antedon rosaceus gleich mir keine solche Lamelle wahrgenommen, sondern er lässt die Stränge (Nr. 37 p. 254), nachdem sie den Nerven durchzogen und an seiner ventralen Seite angekommen sind, sich vielfach gabeln und dann in unsere Epithelschicht eintreten, um sich in deren langen fadenförmigen Zellen (seinen Fasern) fortzusetzen. Mit solcher Sicherheit, wie sich Teuscher ausspricht, habe ich die Verbindung der Stränge mit den langen Epithelzellen niemals gesehen, so oft es auch auf den ersten Blick sich so zu verhalten schien. Ueber diesen Punct ganz in's Klare zu kommen, ist aber von Bedeutung für die Auffassung jener Stränge und die Lagerung des Nerven. Da wo die Lamelle zwischen Nerv und Epithel sicher beobachtet ist, gelang es auch den Zusammenhang der unteren, dorsalen Enden der Stränge mit dem Bindegewebe nachzuweisen und demnach dürfte die Auffassung gerechtfertigt sein, dass auch die Stränge, sowie jene Lamelle bindegewebiger Natur sind; eine Auffassung, welcher auch die Structur der Stränge nicht widerspricht: niemals besassen sie zellige Elemente; stets hatten sie ein unregelmässig faseriges, ziemlich glänzendes Aussehen. Vom Nerven müssen wir dann sagen, dass er zwar dicht unter dem Epithel der Tentakelrinne, aber dennoch in dem Bindegewebe gelegen ist und durchsetzt wird von feinen Strängen desselben. Für Antedon rosaceus ist denkbar, dass die Trennung zwischen Nerv und darüber gelegenem Epithel weniger weit vorgeschritten ist, so dass die bindegewebige Lamelle zwischen ihnen gar nicht oder auch nur sehr unvollkommen zur Ausbildung gekommen ist und dadurch nicht leicht wahrgenommen werden kann. Greeff (Nr. 12 p. 21) bezeichnet die ganze Auskleidung der Tentakelrinne, also Epithel und unseren Nerven zusammengenommen, als den Nerven, in Uebereinstimmung mit seiner Auffassung des Asteriden-Nerven und identificirt denselben mit der von Perrier beschriebenen bandelette musculaire. Letztere ist aber, wie wir sehen werden, ein Muskelband in der ventralen Wandung des Wassergefässes der Arme und der Pinnulae und hat mit den hier in Rede stehenden Theilen nichts zu schaffen. Auf die

1) sowie auch durch freundliche mündliche Mittheilung.

GREEFF'sche Auffassung des Asteriden-Nerven und die derselben entsprechende oben angedeutete des Crinoideen-Nerven werden wir später zurückkommen.

Zum Schlusse dieser Angaben über den Arm-Nerven der Crinoideen möge noch die Bemerkung Platz finden, dass bei den untersuchten Arten an den Spitzen der Arme und Pinnulae eifrig nach dem Vorhandensein von Sinnesorganen, insbesondere Fühlern und Augen nach Art der betreffenden Verhältnisse bei den Asteriden, gesucht wurde — aber stets vergebens.

In meiner vorläufigen Mittheilung erwähnte ich den Fund eines paarigen Armnerven bei Antedon Eschrichtii (Nr. 22 p. 108). In den mir damals vorgelegenen Präparaten ist, wie ich mich nachträglich wiederholt überzeugte, auf Querschnitten wirklich der Nerv in zwei, rechts und links von der Medianebene des Armes gelegene Hälften getrennt. Ich glaubte hier das normale Verhalten vor mir zu haben und war geneigt diesem Befunde eine grössere Bedeutung beizumessen, da bis jetzt ein paariger Radialnerv bei den Echinodermen noch nirgends gefunden worden war. Später angefertigte Schnitte anderer Arme desselben Thieres aber, sowie anderer Exemplare liessen mich stets auch in der Medianebene des Arms, über dem sogleich zu beschreibenden Nervengefäss die Nervenschicht auffinden, so dass ich den oben erwähnten paarigen Nerv in meinen ersten Präparaten nunmehr als eine Abnormität betrachten muss. Bei Antedon rosaceus erwähnte ich schon damals, stets nur einen unpaaren Nerven gefunden zu haben.

Das Nervengefäss.

Genau in der Medianebene des Arms trifft man dicht unter der Nervenschicht einen Hohlraum mit nicht sehr weitem Lumen, welcher in der Längsrichtung der Arme und Pinnulae verläuft. Dieser Hohlraum (Fig. 9) besitzt eine sehr niedrige, schwer wahrzunehmende zellige Auskleidung; die Kerne der Zellen sind 0,0058 Mm. lang. Der Hohlraum entspricht nach seiner Lagerung dem von GREEFF (Nr. 10 p. 95, Nr. 11 p. 158) bei den Asterien beschriebenen Nervengefäss und steht, wie uns die Anatomie der Scheibe lehren wird, in Zusammenhang mit einem den Mund umgebenden Blutgefässringe. Wegen seiner unmittelbaren Lage unter dem Nerven wollen wir denselben auch bei den Crinoideen als Nervengefäss bezeichnen. In der Richtung zu den Tentakelgruppen giebt dasselbe seitliche Zweige ab, die sich aber nur eine kurze Strecke weit mit Deutlichkeit verfolgen liessen. Häufig fand sich in den Präparaten in dem Nervengefäss eine geronnene Masse, welcher wir auch noch in anderen Hohlräumen des Arms begegnen

werden. Auf Querschnitten setzte sich Letztere aus zwei Schichten zusammen, die aber ineinander übergingen: 1) eine in das Lumen des Gefässes schauende, feinpunctirte, helle Substanz; 2) eine, der Wandung des Gefässes anliegende, homogene, gelbliche, festere Masse. Das Lumen des Nervengefässes ist ferner mitunter — wenigstens verhält es sich so bei Antedon Eschrichtii — von einem verticalen Septum durchsetzt, welches einen deutlichen Zellenbelag trägt. Die Kerne dieser Zellen maassen 0,003—0,004 Mm., sind also kleiner als diejenigen des niedrigen Epithels des Gefässes selbst. Um noch einige Maasse des Gefässes anzugeben, so beträgt die Breite desselben an Querschnitten durch den Arm von Antedon Eschrichtii 0,13 Mm., die Höhe 0,04 bis 0,06 Mm. und die Breite eines Septums circa 0,01 Mm.

Ueber das Nervengefäss haben auch andere Forscher neuerdings Mittheilungen gemacht. So beschreibt Greeff (Nr. 12 p. 27) dasselbe bei Antedon rosaceus, aber ohne sich auf Detailangaben einzulassen, und P. H. Carpenter (Nr. 2 p. 579) bestätigt das Vorhandensein desselben bei Antedon Eschrichtii und giebt seine Existenz ferner auch für Actinometra nigra an. Teuscher (Nr. 37 p. 253) endlich hat auch seine seitlich nach den Tentakelgruppen abgehenden Zweige beobachtet, läugnet aber das Vorhandensein eines Epitheliums in demselben; in Bezug auf diesen letzten Punct verweise ich auf meine oben mitgetheilten Beobachtungen. Teuscher ist ferner im Irrthum, wenn er die Perrier'sche »bandelette musculaire«, sowie den Strang x in der Semper-schen Abbildung für identisch mit dem Nervengefäss hält. Wie wir im Verlaufe der Darstellung sehen werden, sind jene beiden Gebilde auf Theile zu beziehen, welche unterhalb des Nervengefässes gelegen sind.

Das Wassergefäss und die Tentakel.

An den Querschnitten der Arme und Pinnulae treffen wir unterhalb des Nerven und des Nervengefässes durch eine dünne, bindegewebige Lamelle von ihnen geschieden das Wassergefäss. Bevor wir zur speciellen Beschreibung dieses für die Crinoideen nicht minder, wie für alle anderen Echinodermen characteristischen Organs übergehen, wollen wir uns vorerst im Allgemeinen seine Lagerung und Verbreitung bei den Crinoideen vorführen. Von dem Wassergefässringe, welcher den Mund umgiebt, und dessen ausführliche Beschreibung ich in der Anatomie der Scheibe zu geben habe, entspringen in der Richtung der Radien fünf Hauptstämme, die Vasa radialia. Sie verlaufen unterhalb der Tentakelrinnen der Scheibe und wo sich diese gabeln, um zu den Tentakelrinnen der Arme zu werden, theilt sich auch jedes Vas radiale in zwei Aeste, die Vasa brachialia, die sich zu je einem Arm begeben

und dort in dem oben schon angegebenen Lageverhältnisse zu den Weichtheilen der Tentakelrinne bis zur Spitze des Armes hinziehen. An jede Pinnula giebt das brachiale Wassergefäss einen Ast ab, welcher dort ebenso wie im Arm bis zur Spitze verläuft. Diese Aeste mögen Vasa pinnularia heissen. Die brachialen und pinnularen Wassergefässe geben endlich in ihrem ganzen Verlaufe rechts und links Zweige ab, welche in querer Richtung von ihnen abtreten und in ziemlich gerader Linie zur Basis je einer Tentakelgruppe hinziehen. Daselbst angekommen, theilt sich jeder dieser Rami tentaculares in drei kleinere Zweige, welche in die Tentakel eintreten und deren Hohlräume darstellen. Die Rami tentaculares entspringen alternirend, so dass die Ursprungsstelle eines Astes der einen Seite stets gegenüber liegt dem Zwischenraum zwischen zwei Aesten der anderen Seite [1]. Dadurch dass an der Ursprungsstelle eines jeden tentaculären Zweiges das Wassergefäss seitlich ein wenig ausbiegt, nimmt dasselbe einen bei den verschiedenen Arten und wohl auch nach dem Beugungsgrade des Arms oder der Pinnula verschieden stark ausgesprochenen zickzackförmigen Verlauf an, wie dies insbesondere Perrier (Nr. 30 Pl. II, Fig. 2, Pl. III, Fig. 8) deutlich abgebildet hat.

Was nun die feinere Structur der Wassergefässe anlangt (Fig. 8), so sind dieselben ausgekleidet von einem niedrigen Epithelium. Im Arm von Antedon Eschrichtii wurde die Höhe des Epithels zu 0,005 Mm. gemessen. Von der Fläche gesehen maassen die einzelnen Zellen desselben 0,009—0,01, ihre Kerne 0,006—0,007 Mm.; letztere besitzen winzige kreisrunde Kernkörperchen. Wimpern konnte ich an meinen Objecten an der Epithelauskleidung der Wassergefässe nirgends mit Sicherheit erkennen. Der auf diesen negativen Befund gegründete Zweifel an ihrem Vorhandensein wird bekräftigt durch die Angaben von Thomson und W. B. Carpenter, welche beide Wimpern im Wassergefäss in Abrede stellen. Auch Perrier (Nr. 30 p. 58) konnte in den Wassergefässen keine Wimpern auffinden.

Das sonach höchst wahrscheinliche, vollständige Fehlen der Wim-

1) Dieser alternirende Ursprung der zu den Tentakeln und den ihnen homologen Füsschen abgehenden Seitenzweige der Wassergefässe findet sich auch bei vielen anderen Echinodermen, so bei Echinen, Spatangen, Asterien, Holothurien; bei den Ophiuren aber entspringen die zu den Füsschen gehenden Zweige der Wassergefässe in opponirter Stellung. Es möge hier auch noch eine Bemerkung gegen eine Angabe Hoffmann's (Nr. 16 p. 76) eine Stelle finden. Derselbe behauptet, dass bei Echiniden zu jedem Porenpaare der Schale ein Ambulacralbläschen aber zwei Füsschen gehören. Diese Angabe ist thatsächlich unrichtig. Wie man sich leicht an jedem Seeigel überzeugen kann und den älteren Autoren auch wohl bekannt war, gehört zu jedem Porenpaare nur ein Füsschen.

perung in den Wassergefässen der Crinoideen ist insofern bemerkenswerth, als die Wassergefässe der übrigen Echinodermen, soweit bekannt, stets mit einem Wimperepithel ausgekleidet sind. Ein Uebergang zu dem Verhalten der Crinoideen scheint sich indessen bei den Jugendstadien der Holothurien zu finden, von welchen SELENKA (Nr. 33 p. 174) ausdrücklich hervorhebt, dass bei ihnen die Wimperzellen in dem Epithel der Wassergefässe nur sehr spärlich vertheilt sind. Jedenfalls dürfte es bei dem erwähnten Verhalten der jungen Holothurien zweifellos sein, dass man aus dem anscheinend völligen Mangel der Wimperung im Wassergefäss der Crinoideen keinen Anlass nehmen kann, dieses Organsystem für morphologisch nicht homolog dem gleichnamigen der übrigen Echinodermen zu halten.

Gehen wir in der Betrachtung der Structur der Wassergefässe weiter, so finden wir nach aussen von dem soeben beschriebenen Epithel eine dasselbe stützende bindegewebige dünne Membran, sowie die Muskelfasern, deren Verlauf eine besondere Darstellung erfordert.

Sowohl in den Wassergefässstämmen der Arme und Pinnulae als auch in ihren tentaculären Zweigen begegnen wir in der Wandung niemals Ringmuskelfasern, sondern stets nur Längsmuskelfasern. Dieselben finden sich ferner in den brachialen und pinnularen Gefässen nicht im ganzen Umkreis des Lumens, sondern nur ventralwärts. Dort, also in dem oberen, ventralen Abschnitt der Gefässwandung bilden die Muskelfasern ein längsverlaufendes Band, welches nicht einmal die Breite des Gefässlumens hat (Fig. 3, 8 und 47). Dieses ventrale Längsmuskelband der Wassergefässe ist es, welches von PERRIER (Nr. 30 p. 55) bei Antedon rosaceus als bandelette musculaire beschrieben worden ist. PERRIER ist aber, da er nicht an Querschnitten untersuchte, über das genaue Lageverhältniss seiner bandelette, welche er, von der Fläche gesehen, in seiner Fig. 8 Pl. III richtig abbildet, nicht klar geworden. Daher erklärt es sich denn auch, dass dieselbe von den neueren Autoren bald auf dieses, bald auf jenes andere Organ bezogen worden ist, während ich selbst, nachdem ich anfänglich gleichfalls in die Irre gegangen war (Nr. 21 p. 362), die wahre Lage derselben zuerst genau angab (Nr. 22 p. 409), was dann P. H. CARPENTER (Nr. 2 p. 578) bestätigte. SEMPER (Nr. 35 p. 262) hält die PERRIER'sche bandelette für identisch mit seinem Strange x, GREEFF (Nr. 12 p. 21) mit seinem Nerven (unserem Nerven plus Epithel der Tentakelrinne), TEUSCHER (Nr. 37 p. 253) mit dem Nervengefäss; alle diese Deutungen gehen Hand in Hand mit der unzureichenden Kenntniss der genannten Forscher von der Muskulatur der Wassergefässe, sonst würden sie gewiss die einzige richtige Auffassung jenes von PERRIER zuerst beschriebenen Gebildes gefunden haben.

Während also in den brachialen und pinnularen Wassergefässen sich die Längsmuskeln nur in der ventralen Wand finden, die dorsale, sowie die seitlichen Wände aber keine Muskelfasern besitzen, ist das Verhalten ein anderes in den Rami tentaculares und in den Tentakeln selbst. Die Ersteren besitzen in ihrer oberen und in ihrer unteren Wand Längsmuskelfasern und in den Letzteren endlich ist die ganze Wandung ringsum von Längsmuskelfasern durchzogen.

Oben wurde schon hervorgehoben, dass in den Wassergefässen und ihren Verzweigungen sich nirgends Ringmuskeln finden. Aber eine dritte Art von Muskeln kommen in ihnen vor, nämlich frei das Lumen der Gefässe durchziehende feine Muskelfäden, welche sich von der einen Seite der Wandung zur gegenüberliegenden hinüber spannen. Dieselben finden sich in den brachialen und pinnularen Gefässen, sowie in den Rami tentaculares, da wo dieselben aus jenen entspringen. Zur Veranschaulichung ihrer Verbreitung dient die Fig. 47. Am sorgfältigsten untersuchte ich die queren Muskelfäden an Antedon Eschrichtii. Dort findet man an Quer- und Längsschnitten durch den Arm oder die Pinnula jeden Muskelfaden zusammengesetzt aus zwei bis vier (in der Regel drei) einzelnen Muskelfasern (Fig. 4, 7 und 8). Letztere liegen in einer Ebene dicht nebeneinander, so dass in Folge dessen die Fäden selbst eine platte Gestalt bekommen und von der Fläche gesehen die Breite von zwei bis vier Muskelfasern, von der Kante gesehen aber nur die Dicke einer einzigen besitzen. Die Fasern werden zusammengehalten durch eine sehr geringe Menge einer hellen, feinkörnigen Substanz. Auf wirklichen und optischen Querschnitten (Fig. 7) durch einen Muskelfaden bekommt man, wie zu erwarten war, die Querschnitte der einzelnen den Muskelfaden zusammensetzenden Fasern deutlich nebeneinander zur Anschauung. Im Arm von Antedon Eschrichtii wurde die Breite der Muskelfäden zu 0,004—0,007, ihre Dicke zu 0,001, ihre Länge zu 0,1 Mm. gemessen. Die einzelnen Fasern maassen an Breite 0,002, an Dicke 0,001 Mm.; ihre Länge ist dieselbe wie diejenige der Fäden. Die Fasern sind stark lichtbrechend und stimmen in dieser Eigenschaft durchaus überein mit den Längsmuskelfasern in der Wandung der Wassergefässe, mit welchen sie auch dieselben Dimensionen gemeinsam haben, denn letztere sind in den tentaculären Wassergefässzweigen 0,0025 Mm. breit und 0,001 Mm. dick. Diese Uebereinstimmung mit den offenbaren Muskelfasern der Wandung ist es denn auch, welche die oben vertretene Auffassung rechtfertigt, dass die das Lumen der Wassergefässe durchspannenden Fäden muskulöser Natur sind. Perrier (Nr. 30 p. 56), welcher diese Fäden bei Antedon rosaceus zuerst sah, ist über ihre Natur zweifelhaft geblieben und Teuscher (Nr. 37

p. 252) nennt sie geradezu Bindegewebsfäden. GREEFF (Nr. 12 p. 23) aber schliesst sich meiner Auffassung an. Um die Beschreibung der Muskelfäden zu beschliessen, ist noch darauf aufmerksam zu machen, dass man an denselben (Fig. 7) Kerne wahrnimmt, welche bei Antedon Eschrichtii durchschnittlich 0,006—0,007 Mm. lang und 0,0045 Mm. breit sind und in Grösse und Aussehen durchaus übereinstimmen mit den Kernen des die Wassergefässe innen auskleidenden Epithels. Bei günstigen Objecten erblickt man dicht um diese Kerne eine geringe Menge von Zellsubstanz und stellt man die Insertionsstelle eines Muskelfadens an die Wandung scharf ein, so erkennt man, wie die Muskelfasern des Fadens sich unter das innere Epithel des Wassergefässes begeben, die Kerne aber mit den sie umhüllenden schwach entwickelten Zellkörpern sich fortsetzen in das Epithel selbst. Daraus folgt, dass jene den Muskelfäden anhaftenden Kerne nicht die Kerne der Muskelfasern sein können, sondern dass wir sie beziehen müssen auf einen sehr dünnen Epithelüberzug der Fäden, welcher eine Fortsetzung des Epithels der Wandung der Wassergefässe ist. Meist findet man an jedem Muskelfaden nur einen, selten zwei dieser Kerne liegen, welche, von der Seite gesehen, über den sonst geradlinigen Contour des Fadens merklich vorspringen.

Wir resümiren unsere Auffassung der die Wassergefässe an bestimmten Stellen durchziehenden glänzenden Fäden dahin, dass wir sagen: diese Fäden sind muskulös, sie bestehen aus wenigen (vielleicht bei manchen Arten auch nur einer einzigen) Muskelfasern und einem sehr dünnen Epithelüberzug derselben. Es fragt sich nun weiter, ob ähnliche frei das Lumen der Wassergefässe durchziehende Muskelfäden auch bei anderen Echinodermen vorkommen oder ob in dieser Hinsicht die Crinoideen ganz isolirt dastehen. Nur in einem einzigen Falle sind bis jetzt ähnliche Gebilde beschrieben worden, nämlich von LEYDIG (Nr. 19 p. 311 und Nr. 20 p. 469). Derselbe giebt vor längeren Jahren an, dass bei Echinus esculentus das Lumen der Füsschenampullen von Muskelbündeln durchzogen sei. Er sagt: »Der Innenraum (der Ambulacralbläschen) wird von Muskelbündeln durchzogen, die wie Seile durchgespannt sind, sich auch wohl netzartig verbinden und so eine Art Trabekulargewebe herstellen. So lange man die Muskelbündel blos am Ansatzpunct oder auch auf dem scheinbaren Querschnitt sieht, so haben sie ein etwas fremdartiges Aussehen, da die Contouren der einzelnen Primitivcylinder auf dem Querschnitt das Bild eines aus klaren Zellen bestehenden Haufens hervorrufen. Durch gehörige Veränderung der Focaldistanz klärt sich indessen die Sache auf.« Neuerdings hat sich HOFFMANN (Nr. 16 p. 77) bemüht, diese LEYDIG'schen Angaben zu

bestätigen, aber mit negativem Erfolge; es gelang ihm nicht, die von jenem beschriebenen Muskelbündel aufzufinden. Ferner hebt SEMPER (Nr. 34 p. 126) hervor, dass bei den Holothurien ähnliche trabekuläre Muskelbündel, wie sie LEYDIG von Echinus beschrieben, nicht vorhanden sind. Bei diesem Stand der Angelegenheit lag es für mich selbstverständlich sehr nahe, die Ambulacralbläschen von Echinus in den Kreis meiner Untersuchungen zu ziehen und ich bin nun in der Lage, die Angaben LEYDIG's durchaus bestätigen zu können. An Querschnitten durch den entkalkten Radius eines Echinus sind die Muskelbündel, welche das Lumen der Ampullen durchsetzen, deutlich wahrzunehmen; sie bestehen aus einer verschieden grossen Zahl von Muskelfasern und sind von einer Fortsetzung des inneren Epithels der Ampullenwandung überkleidet — sind also ganz ebenso gebaut, wie die freilich wegen der geringen Zahl der Muskelfasern viel dünneren Muskelfäden im Wassergefässe der Crinoideen.

Indem ich einige allgemeinere Bemerkungen über die Anordnung der Muskulatur im Wassergefässsystem der Echinodermen überhaupt auf eine spätere Stelle dieser Abhandlung verschiebe, wende ich mich nunmehr zur Betrachtung der Anhangsgebilde der Wassergefässe. Es sind dies bekanntlich die Tentakel, deren allgemeine Anordnung und Gruppirung bereits beschrieben wurde. Ueber ihre Grössenverhältnisse bei Antedon rosaceus geben PERRIER und TEUSCHER richtig an, dass von je dreien, zu einer Gruppe gehörigen derjenige sich am meisten zu verlängern vermag, welcher der Spitze des Arms oder der Pinnula am nächsten steht. Ebenso ist ihr Verhalten bei Antedon Eschrichtii, indessen finde ich mitunter in meinen Präparaten auch Contractionszustände, in welchen der mittlere der längere (Fig. 66) ist; in der Regel ist aber auch hier von je dreien der distale der längste, der proximale der kürzeste.

Die innere Höhlung der Tentakel ist eine directe Fortsetzung der Seitenzweige der Wassergefässe; sie ist ausgekleidet von einem bei Antedon Eschrichtii kaum 0,004 Mm. hohen Epithelium. Nach aussen folgt darauf eine dünne Stützlamelle und die Längsmuskulatur. Endlich ist die äussere Oberfläche der Tentakel gebildet von einem je nach dem Contractionszustande derselben verschieden dicken Epithel; bei einem mittleren Streckungsstadium des Tentakels maass ich die Höhe des Epithels zu 0,007 Mm.

Die Oberfläche der Tentakel ist, wie schon JOH. MÜLLER (Nr. 26 p. 222) angiebt, »besetzt mit kleineren cylindrischen am Ende wenig angeschwollenen Fühlerchen«. Nach W. THOMSON (Nr. 38 p. 526) sind dieselben (tubular processes nennt er sie) hohl und steht ihre Höhlung

im Zusammenhang mit der Höhlung der Tentakel; sie sind in drei oder vier unregelmässigen Längsreihen auf jedem Tentakel angeordnet; sie sind extensibel und im ausgestreckten Zustand erkennt man, dass ihre Wandung durchscheinend und structurlos ist; im contrahirten Zustande zeigen sie zwei oder drei Ringfurchen auf der Oberfläche; sie endigen mit einem kleinen, dreilappigen Köpfchen. Diese Angaben über Gestalt und Vorkommen der Tentakelpapillen bestätigt Perrier (Nr. 30 p. 60) und fügt hinzu, dass jedes der drei Läppchen des Köpfchens ein starres, spitzes, glänzendes und äusserst feines Haar trägt, jede Papille also an ihrer Spitze von drei derartigen divergirenden Haaren überragt ist. Nach dem Tode verschwinden nach Perrier diese Haare. Ferner berichtigt dieser Autor die Angaben Thomson's in Bezug auf die von jenem behauptete Communication des Hohlraums der Papillen mit dem Hohlraum der Tentakel. Er stellt eine derartige Communication durchaus in Abrede, worin ich ihm vollständig zustimmen muss. Nicht einverstanden aber bin ich mit der Auffassung, welche Perrier von dem Thomson-schen Hohlraum der Papillen hat. Er läugnet denselben und beschreibt an seiner Stelle einen glänzenden Faden (filament), der an der zweiten Schicht der Tentakelwand (unserer Muskellage) sein Ende erreiche, dieselbe aber niemals durchsetze. Wir werden im Folgenden sehen, dass meine eigenen Untersuchungen uns an der Thomson'schen Auffassung der Papillen als hohlen Röhrchen festhalten lassen. Auch Götte (Nr. 7 p. 601) ist derselben Ansicht. Von den Tentakeln des Embryos sagt er: »sie sind mit kleinen, durchsichtigen Röhrchen besetzt, welche ich im Allgemeinen ebenso wie es Thomson angiebt, gebildet, ferner aber noch am Ende mit feinen Härchen besetzt finde«. Auf die Mittheilungen von Möbius (Nr. 25 p. 144) über die Tentakelpapillen kommen wir bei Besprechung der Function dieser Gebilde. Gehen wir nun zu den eigenen Beobachtungen über den Bau der in Rede stehenden Organe über! Die Wandung der Papillen (Fig. 62, 63, 64) ist, wie Thomson richtig beschreibt, durchscheinend und structurlos und umschliesst einen Längscanal (den Perrier mit Unrecht für einen soliden Faden hält). Der Canal erweitert sich, sobald er in der äusseren Epithellage des Tentakels angekommen ist, zu einem nicht immer leicht erkennbaren kugeligen Gebilde, über dessen Natur ich jedoch nichts Sicheres anzugeben vermag. Eine Fortsetzung des Canals in die Muskellage oder durch sie hindurch kommt — wie ich Perrier durchaus beistimme — niemals vor; es existirt also auch keine Communication zwischen dem Canal der Papille und dem Hohlraum des Tentakels, wie dies Thomson behauptet hatte. Da die Papillen, wie schon Thomson angiebt, der Verkürzung und Verlängerung fähig sind, so erklärt sich daraus die sehr ungleiche Länge,

die man an ihnen beobachtet. So maass ich bei Antedon Eschrichtii eine ausgestreckte Papille 0,063 Mm. lang und 0,0045 Mm. dick, eine eingezogene aber nur 0,008 Mm. lang mit nur unbedeutend stärkerer Dicke. Die Haare an den Köpfchen der Papillen fehlen in meinen Exemplaren nicht immer, sondern häufig finden sich eins, zwei oder auch drei derselben. Sie haben aber nicht, wie es PERRIER von lebenden Thieren beschreibt, ein starres Aussehen und gerade gestreckte Gestalt, sondern sind unregelmässig verbogen und auch von fast varicöser Form; sie erwecken durch dieses Aeussere den Verdacht, dass sie nichts als Secretfäden sind, die sich natürlich im lebenden Zustande viel anders verhalten als in den Weingeistexemplaren.

Da ich selbst keine Crinoideen lebend zu untersuchen Gelegenheit hatte, bleibt die so eben ausgesprochene Meinung, die als Haare der Tentakelpapillen beschriebenen Gebilde seien Secretfäden, eine Vermuthung, für deren Richtigkeit ich einstweilen keinen zwingenden Beweisgrund beizubringen vermag. Sollte sich indessen diese Muthmassung bewahrheiten, dann sind die Papillen selbst wohl für eine Art Waffen zu erklären, für contractile Organe, welche einen für bestimmte andere Thiere schädlichen Saft abzusondern vermögen; das kugelige Gebilde, in welches der Canal der Papille im Tentakelepithel übergeht, wäre dann vielleicht als Drüse aufzufassen. Doch genug von diesen Vermuthungen! Nur Untersuchungen des lebenden Thieres können hier sicheren Entscheid bringen.

Eine andere Ansicht über die Function der Papillen haben PERRIER, MÖBIUS und GÖTTE. Diese Forscher halten dieselben für Sinnesorgane. PERRIER und GÖTTE halten sie für Tastorgane, ohne aber diese Meinung näher zu begründen. MÖBIUS hingegen macht genauere Angaben. Er sagt von Antedon Sarsii: »Die Pinnulafäden (unsere Tentakel) sind mit cylindrischen Papillen besetzt, auf deren Ende starre Sinneshaare stehen. Im Innern der Papillen lassen sich feine Nervenfasern bis zur Basis dieser Haare verfolgen. Aehnliche Haare stehen auch auf spindelförmigen Zellen des Pinnulakörpers[1]. Zwischen den starren Haaren ist der Pinnulakörper mit Flimmerwimpern bedeckt.« Man ersieht, dass MÖBIUS unsern Papillencanal als ein Bündel feiner Nervenfasern auffasst. Ich habe mich an den Weingeistexemplaren vergeblich abgemüht, an

1) Eigene Beobachtungen über die von MÖBIUS erwähnten Haare des Pinnulakörpers fehlen mir. Sollte PERRIER dieselben vor Augen gehabt haben, als er seine folgende Notiz niederschrieb: »J'ai vu, en particulier sur le bord convexe des festons du bras, quelques longs cils isolés çà et là, flexueux et extrêmement grêles, mais j'ai peine à croire que ces productions fussent de véritables cils vibratiles.« (Nr. 30 p. 54.)

Stelle des Canals Fasern zu sehen und wenn selbst Fasern und kein Canal vorhanden wären, so ist die Deutung dieser Fasern als Nervenfasern doch wiederum eine sehr gewagte, so lange nicht der Zusammenhang derselben mit dem Armnerven und seinen Verzweigungen nachgewiesen ist. Sonach dürfte bei dem augenblicklichen Stande der Frage auch die Auffassung der Tentakelpapillen als Sinnesorgane nichts mehr als eine Vermuthung sein, die des Beweises bedarf.

Nachdem wir nunmehr auch die Anfangsgebilde der Wassergefässe, die Tentakel und Tentakelpapillen beschrieben, können wir die Besprechung des Wassergefässsystemes, soweit Theile desselben in den Armen vorkommen, beschliessen. Es erübrigt indessen noch, auf die Angaben anderer Forscher über die Wassergefässe der Arme mit einigen Worten einzugehen. Perrier (Nr. 30 p. 55 sqq.) beschrieb das Wassergefäss wesentlich in folgender Weise: Das Lumen werde umschlossen von zwei Membranen, welche durch einen Zwischenraum, der von glänzenden Fäden durchsetzt sei, von einander getrennt werden. Diese Darstellung der Structur des Wassergefässes ist, wie aus dem oben Mitgetheilten hervorgeht, eine irrthümliche, wie ich schon in meiner ersten Mittheilung hervorhob und auch alle übrigen Autoren, die beiden Carpenter, Greeff, Teuscher, übereinstimmend angeben. Der Irrthum Perrier's klärt sich dadurch auf, dass er keine Querschnitte der Arme anfertigte, sondern die Armrinne in Ansichten von der ventralen Fläche und der Seite her untersuchte. In Fig. 47 findet sich eine Abbildung, welche zeigt, dass Perrier durch optische Schnitte sich hat irre leiten lassen. Es ist dort das Wassergefäss gezeichnet in der Ansicht von der ventralen Seite, also von der Tentakelrinne her, bei verschiedenen Einstellungen des Mikroskopes. In dem oberen Abschnitte der Figur ist das Mikroskop auf die obere ventrale Wand des Wassergefässes eingestellt. Man erblickt das Band der Längsmuskelfasern (die bandelette musculaire Perrier's), sowie die Längsmuskelfasern in der ventralen Wand der Seitenzweige des Wassergefässes. Senkt man nun den Tubus, so erhält man das Bild, welches in dem zweiten, mittleren Theile der Figur schematisch wiedergegeben ist. Dies Bild ist ein optischer horizontaler Längsschnitt durch das Lumen des Gefässes. Man erblickt das Lumen nicht ganz leer, sondern in bestimmten Stellen durchzogen von den senkrecht aufsteigenden Muskelfäden, die uns hier natürlich alle im optischen Querschnitte entgegentreten. Die Vertheilung der Muskelfäden, auf die wir schon einmal aufmerksam machten, lässt sich mit Worten nur umständlich beschreiben und erhellt am besten aus einer Betrachtung der Figur. Nur darauf sei hier besonders hingewiesen, dass jeder der Einzelbezirke, in welchem wir die Muskelfäden erblicken,

sich gegen das Lumen des Wassergefässes hin bogenförmig und ziemlich scharf abgrenzt. Senken wir jetzt den Tubus des Instruments noch tiefer, so sehen wir, wie das Lumen des Gefässes sich nach der Tiefe, also dorsalwärts, rasch verengt durch schräges Abfallen seiner seitlichen Wände und es tritt endlich, wie im unteren, dritten Abschnitt unserer Abbildung dargestellt ist, die untere, dorsale Wand des Wassergefässes in das Sehfeld. Wir sehen diese Wand frei von Muskelfasern, und bemerken ferner, dass ihre seitliche Begrenzung der Lage nach genau zusammenfällt mit der inneren Begrenzung der Bezirke der senkrecht aufsteigenden Muskelfäden, auf welche wir vorhin aufmerksam wurden. Vergleichen wir nunmehr die Bilder, in denen uns je nach der Einstellung des Instruments das Wassergefäss entgegentritt, mit den Beschreibungen und Abbildungen Perrier's, so scheint es zweifellos, dass derselbe diese verschiedenen Bilder nicht richtig auseinander gehalten hat und namentlich dadurch, dass er die seitliche Begrenzung der dorsalen Wand des Gefässes zusammenwarf mit der inneren Begrenzung der Bezirke der senkrechten aufsteigenden Muskelfäden, zu der irrigen Vorstellung kam, es werde das eigentliche Lumen des Wassergefässes umschlossen von zwei von einander abstehenden Wänden. Das was Perrier also als eigentliches Lumen des Gefässes betrachtet, ist in Wirklichkeit nur der von senkrechten Muskelfäden freie, mittlere Theil des Lumens. Greeff (Nr. 12 p. 22) glaubt den Irrthum Perrier's dadurch erklären zu können, dass er annimmt, derselbe habe die beiden übereinander gelegenen Gefässe, Nervengefäss und Wassergefäss, als ineinander geschachtelt angesehen. Nun liegt aber in Wirklichkeit das von Perrier entdeckte Längsmuskelband des Wassergefässes unter dem Nervengefäss und, wie Perrier selbst richtig beschreibt und zeichnet, über dem Lumen des Wassergefässes. Hätte nun Perrier, wie Greeff annimmt, das Nervengefäss in das wirkliche Wassergefäss hineinverlegt, so hätte er den ziemlich groben Fehler begangen, dass er ein Gefäss (nämlich das Nervengefäss), welches in Wirklichkeit über dem Muskelbande liegt, darunter verlegt habe. Auch lässt sich der von Perrier beobachtete und abgebildete Zusammenhang zwischen dem Hohlraum der Tentakel und seinem (Perrier's) Lumen des Wassergefässes mit der von Greeff gemachten Annahme nicht vereinbaren. Vergleicht man insbesondere die Fig. 8 auf Pl. III der Perrier'schen Abhandlung, so erklärt sich seine irrthümliche Auffassung am einfachsten in der bereits erörterten Weise dadurch, dass das Nervengefäss ihm unbekannt geblieben ist, dass er hingegen die bei einer gewissen Einstellung ziemlich scharfe Begrenzung der Bezirke der senkrechten Muskelfäden des Wassergefässes

für den Ausdruck einer besonderen das Lumen des Gefässes zunächst umschliessenden Wandung genommen habe.

Eine ganz besonders zur Prüfung auffordernde Ansicht hat Semper über die Wassergefässe der Arme aufgestellt. Er sprach den Crinoideen überhaupt den Besitz eines Wassergefässsystemes ab. In seinem Holothurienwerke (Nr. 34 p. 196 u. 257) äusserte er diese Ansicht allerdings nur vermuthungsweise, aber in einer später erschienenen Abhandlung (Nr. 36 p. 60) läugnet er ein eigentliches Wassergefässsystem auf das Entschiedenste. Hier ist nur der Ort das Vorhandensein eines Wassergefässes in den Armen der Crinoideen nachzuweisen, auf das Verhalten in der Scheibe komme ich später zu reden. Bei der Uebereinstimmung, welche in dieser Hinsicht zwischen meinen eigenen Beobachtungen und denjenigen von W. B. Carpentr, Greeff, Teuscher und insbesondere von P. H. Carpenter herrscht, kann an der wirklichen Existenz der Wassergefässe in den Armen der Crinoideen auch nicht mehr der geringste Zweifel bestehen. Es erklärt sich der Widerstreit, in welchem Semper's Meinung mit den Beobachtungen Anderer steht, dadurch, dass demselben das wahre Wassergefäss der Arme unbekannt geblieben war und er der Joh. Müller'schen Auffassung folgte, welcher, gleichfalls mit dem wahren Wassergefäss unbekannt, den Canalis ventralis als Tentakelcanal bezeichnete. Betrachten wir Joh. Müller's Figuren (Copie Fig. 1 und 2) und vergleichen wir sie mit meinen eigenen Abbildungen, sowie denjenigen der oben genannten Autoren, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass, wie W. B. Carpenter zuerst ausgesprochen hat, Joh. Müller den wahren Tentakelcanal (das Wassergefäss) nicht gekannt hat, und dass der obere der Müller'schen Canäle unserem Canalis ventralis, der untere unserem Canalis dorsalis entspricht [1]. In Semper's Abbildung ist das Wassergefäss gar nicht eingetragen. Dort aber, wo wir dasselbe nach unseren jetzigen Kenntnissen suchen, also über dem Ventralcanal (Semper's Tentakelcanal) giebt Semper einen Strang x an, den er mit Perrier's bandelette musculaire identificirt und in welchem er den Armnerven vermuthet. Bereits oben sahen wir, dass diese Auslegung des von Semper beobachteten Stranges

1) In der einen der beiden von ihm gegebenen Abbildungen zeichnet Joh. Müller sogar nur einen einzigen Canal. Dies erklärt sich wohl dadurch, dass das betreffende Exemplar, an welchem Joh. Müller seine Untersuchung angestellt hat, nicht gut conservirt war. Ich habe selbst Exemplare vor mir gehabt, deren Weichtheile wahrscheinlich durch zu starken Weingeist derart geschrumpft waren, dass an den Querschnitten durch den Arm sämmtliche über dem Dorsalcanal gelegenen Theile zu einer compacten Masse zusammengedrängt erschienen. In jener Abbildung Joh. Müller's ist also der einzige eingezeichnete Canal als Dorsalcanal zu deuten.

nicht festgehalten werden kann. Was aber ist denn nun der Strang x? W. B. CARPENTER (Nr. 4 p. 7) und ich selbst (Nr. 21 p. 362) vermutheten, es sei derselbe vielleicht das collabirte Wassergefäss, indessen hat sich diese Vermuthung als fälschlich erwiesen durch die Untersuchungen, welche P. H. CARPENTER (Nr. 2 p. 581) an den Originalexemplaren SEMPER's anstellte. Derselbe fand [1], dass der Strang x nichts anderes ist als eine pigmentirte zellige Verdickung des Gewebes, welches dorsalwärts das Wassergefäss von dem Ventralcanal trennt; ferner stellt diese zellige Verdickung keinen continuirlichen Strang dar, sondern ist häufig unterbrochen. Bei den von mir untersuchten Arten fand ich nur bei der einen aus der Bai von Bengalen stammenden Antedon-Art und zwar bei einem männlichen Exemplare eine ähnliche unterbrochene pigmentirte (zellige?) Masse in der Bindegewebsschicht zwischen Wassergefäss und Ventralcanal sowohl im Arm als in der Pinnula [2]).

In der Nachbarschaft der Wassergefässe des Arms und der Pinnula finden sich bekanntlich die schon von JOH. MÜLLER erwähnten im Leben dunkelrothen, an den Weingeistexemplaren meist gelbbraunen kugeligen Gebilde (calcareous glands W. THOMSON, corps sphériques PERRIER, saccular organs W. B. CARPENTER). Da wir denselben aber nicht nur an den Armen und Pinnulae begegnen, sondern auch an der Scheibe und ich dort zugleich Beobachtungen anzuführen habe, die für die Frage nach ihrer Bedeutung nicht unwichtig sind, so unterlasse ich es, hier auf dieselben näher einzugehen. Ihre Lagerung in den Armen und Pinnulae erhellt hinreichend aus den Abbildungen.

Die Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme.

In diesem Capitel behandeln wir zunächst nur diejenigen beiden Hauptabschnitte der Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme, welche wir oben als Canalis ventralis (= subtentacularis CARPENTER) und Canalis dorsalis (= coeliacus CARPENTER) kennen gelernt haben. Den dritten Hauptabschnitt, den Canalis genitalis, werden wir im nächsten Capitel im Verein mit den Geschlechtsorganen betrachten.

1) Ich hatte Gelegenheit, mich selbst an den SEMPER'schen und CARPENTER'schen Präparaten von meinem früheren Irrthum in der Auslegung des Stranges x zu überzeugen.

2) TEUSCHER hat der SEMPER'schen Abbildung eine Deutung unterlegt, die durchaus irrthümlih ist. Er ist der Meinung, SEMPER's Tentakelcanal (also der Ventralcanal) sei wirklich das Wassergefäss, hingegen die nach SEMPER bei Actinometra armata in den Arm hineinreichenden Verlängerungen der Ovarien seien die mit zufällig hineingerathenen Eiern erfüllten »Seitengefässe« (die beiden Hälften des Ventralcanals).

Was den Canalis ventralis betrifft, so ist derselbe von einem deutlichen Epithel ausgekleidet, welches bei Antedon Eschrichtii ein niedriges Cylinderepithel ist von 0,004 Mm. Höhe. Die Stränge, welche den Ventralcanal häufig durchziehen, verlaufen in der verticalen Mittelebene des Armes, verbinden also die Mitte der ventralen Wand des Ventralcanals mit der Mitte seiner dorsalen Wand. Auf Querschnitten erwecken diese Stränge den Anschein eines Septums, welches den Ventralcanal in eine linke und eine rechte Hälfte zerlegt. An Längsschnitten aber erkennt man am besten den wahren Sachverhalt. Man sieht dort, wie hintereinander verschieden breite Gewebszüge aufsteigen, die zwischen sich ungleich grosse Lücken lassen. W. B. CARPENTER (Nr. 5 Pl. IX, Fig. 7) hat diese Verhältnisse von Antedon rosaceus bereits richtig dargestellt. Unsere Abbildung (Fig. 3) bezieht sich auf Antedon Eschrichtii. Die Septalstränge, wie wir die in Rede stehenden Gebilde nennen wollen, bestehen in ihrer Masse aus Bindegewebe und sind mit demselben niedrigen Cylinderepithel überkleidet, wie die Wandung des Ventralcanals überhaupt. Wir werden später sehen, dass die Leibeshöhle der Scheibe von ähnlichen Gewebszügen in noch viel grösserem Maasse nach allen Richtungen durchsetzt wird. Eine andere Bedeutung als diejenige von Haltebändern für die anliegenden Organe wird diesen Strängen wohl nicht beizumessen sein. Da auch dort, wo sie nie vermisst werden, wie z. B. im Arm von Antedon Eschrichtii, ihre Entwicklung eine sehr unregelmässige ist, so dürfen wir uns nicht wundern, wenn sie in anderen Fällen überhaupt nicht zur Ausbildung gekommen sind. So finden sie sich bei Antedon rosaceus im Arme ziemlich stark entwickelt, sehr schwach aber in den Pinnulae, bei Antedon Eschrichtii sind sie auch im letzteren Orte wohl ausgebildet. Bei Actinometra trachygaster und Act. Bennettii fehlen sie im Arme. Von den zwei nicht näher bestimmten Antedon-Arten aus der Bai von Bengalen fehlen sie der einen im Arme, während sie bei der anderen vorhanden sind. Dieselbe Unregelmässigkeit ihres Vorkommens beobachtete P. H. CARPENTER (Nr. 2 p. 584 und 583); er fand sie im Arme von Actinometra nigra, vermisste sie aber bei Act. armata. Der Ventralcanal wurde von JOH. MÜLLER zuerst beobachtet, aber irrthümlicher Weise für den Tentakelcanal (= Wassergefäss) gehalten; SEMPER hielt an dieser Ansicht fest und nannte gleichfalls den Ventralcanal Tentakelcanal [1]).

Der Dorsalcanal hat keine derartigen Septalstränge aufzuweisen,

1) SEMPER erklärt die Buchstabenbezeichnung *ct* des Ventralcanals in seiner Figur ausdrücklich als Tentakelcanal; es ist also die Bemerkung TEUSCHER's, er finde bei SEMPER keine Erklärung der Buchstaben *ct*, zu berichtigen.

wenigstens wurden solche bei den untersuchten Arten nicht beobachtet[1]). Das Epithel ist auch hier ein cylindrisches; ich maass es bei Antedon Eschrichtii im Arme ebenso hoch als im Ventralcanal, nämlich 0,004 Mm. Die einzelnen Zellen waren nicht scharf in ihrer gegenseitigen Abgrenzung zu erkennen, ihre Kerne sind rund oder wenig länglich, etwa 0,0028 Mm. gross und stehen 0,001 Mm. von einander ab. Ist sonach das Verhalten des Dorsalcanals, soweit wir ihn bis jetzt betrachtet haben, ein einfaches, so finden sich dennoch besondere Organe in ihm, die einer nähern Beschreibung bedürftig sind. Es sind dies eigenthümliche Wimperorgane, die im Allgemeinen die Gestalt kleiner Blindsäckchen haben. Ferner trifft man im Dorsalcanal öfters auf unregelmässig geformte Massen desselben Gerinnsels, dessen ich beim Nervengefäss Erwähnung gethan. Auch P. H. Carpenter (Nr. 2 p. 578) fand dasselbe im Ventral- und Dorsalcanal.

Die Wimpersäckchen.

Die Wimpersäckchen werden gebildet durch blinde Ausstülpungen der dorsalen Wand des Canalis dorsalis; ihr blindes Ende liegt der ventralen Seite der Kalkglieder unmittelbar auf, ihre Oeffnung mündet in den Hohlraum des Dorsalcanals. Dieselben fanden sich bei den untersuchten Arten (Pentacrinus caput Medusae nicht ausgenommen) in den Pinnulae und liegen dort gruppenweise zusammen, so dass auf jedes Glied der Pinnula eine Gruppe kommt. Die Anzahl der je eine Gruppe bildenden Wimpersäckchen ist selbst bei derselben Art und an derselben Pinnula keine constante. In Fig. 17 ist eine Gruppe der Wimpersäckchen aus der Pinnula von Antedon Eschrichtii dargestellt. Man erblickt die Gruppe von dem Hohlraum des Dorsalcanals her und sieht in die Oeffnungen der einzelnen neben- und hintereinander gelegenen Säckchen hinein. Die Abbildung ist entnommen von einem horizontalen Längsschnitt durch die Pinnula. Man sieht jede Oeffnung umgeben von einem gewulsteten Rand, der sich nach aussen allmälig abflacht. Nach der Spitze und der Basis der Pinnula hin (in der Abbildung also nach oben und unten) findet die Gruppe der Wimpersäckchen ihre Begrenzung durch die sich dort erhebenden, die Kalkglieder gegen einander bewegenden Muskelmassen. Auf die seitlichen Wände des Dorsalcanals greifen die Wimperorgane nicht über. P. H. Carpenter, welcher, nachdem ich zuerst diese Organe beschrieben, ihr Vorkommen bestätigte, giebt an, sie auch vereinzelt im Arme von Antedon Eschrichtii

1) Nur einmal fand ich im Dorsalcanal des Arms von Antedon Eschrichtii, ganz in der Tiefe desselben einige Bindegewebszüge, die sich quer durch das Lumen hindurch spannten.

gefunden zu haben (Nr. 2 p. 379). Greeff und Teuscher sind die Wimpersäckchen unbekannt geblieben.

Ihre feinere Structur ist die folgende (Fig. 18). Nach aussen wird jedes Wimperorgan gebildet von einer feinen structurlosen Tunica propria, welche das Organ gegen das Kalkglied und das unter dem Epithel des Canalis dorsalis gelegene Bindegewebe abschliesst. Nach innen ist die Tunica propria bekleidet von einem hohen Wimperepithel, welches die ganze Innenseite des Säckchens mit Ausnahme des Bodens desselben besetzt. Hier, am Boden des Blindsäckchens, finden sich statt der hohen wimpernden Cylinderzellen einige wenige, blasige Zellen, welche im Gegensatz zu jenen keine Wimpern tragen und deren Kerne der Zellwand angedrängt liegen. Der Rand der Oeffnung des Blindsäckchens erhebt sich über das Niveau der Wandung des Dorsalcanals zur Bildung eines Ringwulstes, dessen Zellen weiterhin nach aussen allmälig übergehen in die niedrigen Epithelzellen des Canalis dorsalis. Die Zellen des Ringwulstes gleichen in ihrer Gestalt noch vollständig den hohen Cylinderzellen des Säckchens, nur vermochte ich keine Wimpern an ihnen wahrzunehmen. Bei Antedon Eschrichtii sind die Dimensionen der erwähnten Theile die folgenden. Das ganze Organ ist durchschnittlich 0,048 Mm. breit und 0,052 Mm. hoch; die Oeffnung des Säckchens misst 0,025—0,03 Mm. im Durchmesser; die blasigen Zellen auf dem Grunde des Säckchens sind 0,02 Mm. breit, 0,012 Mm. hoch mit 0,003 bis 0,004 Mm. grossen Kernen; die cylindrischen Zellen der Seitenwandung sind 0,012—0,013 Mm. hoch, 0,003 Mm. breit, ihre Kerne sind 0,002—0,003 Mm. lang und mit einem Kernkörperchen versehen; die Wimpern der Cylinderzellen haben eine Länge von 0,004—0,006 Mm. Da wo der Ringwulst der Oeffnung sich allmälig abflacht, nehmen seine Zellen immer mehr an Grösse ab bis sie schliesslich übergehen in die nur 0,004 Mm. hohe Zellenbekleidung des Dorsalcanals.

Wozu dienen nun diese eigenthümlichen Wimpersäckchen des Dorsalcanals, die wir soeben in ihrer Structur kennen gelernt haben? Auf diese Frage lässt sich nur vermuthungsweise antworten, dass sie eine lebhaftere Bewegung der Leibeshöhlen-Flüssigkeit im Dorsalcanal unterhalten, indessen dürfte damit, wie die blasigen Zellen auf dem Grunde der Säckchen wahrscheinlich machen, ihre physiologische Bedeutung noch nicht erschöpft sein. Mit grösserer Sicherheit lässt sich die morphologische Bedeutung der Wimpersäckchen feststellen. Zu diesem Zwecke müssen wir uns zu einer Gruppe von Echinodermen wenden, die in fast allen Beziehungen sich sehr weit von den Crinoideen entfernt, in diesem Puncte aber in überraschendster Weise eine Uebereinstimmung mit denselben zeigt. Es sind dies die Synaptiden, jene

bekannten fusslosen, zum Theile zwittrigen Holothurienformen. Bei ihnen allein unter allen Echinodermen sind bis jetzt besondere Wimperorgane aus der Leibeshöhle beschrieben worden. Nachdem dieselben von Mertens bei Chirodota entdeckt worden waren, beschrieb sie Joh. Müller (Nr. 28) bei Synapta näher und verglich ihre Gestalt mit derjenigen eines Füllhorns oder eines Pantoffels. Gleich darauf schilderte Leydig (Nr. 20 a p. 512) ihren Bau bei Synapta digitata ausführlicher folgendermassen: »Im frischen Zustande sehe ich das Füllhorn ausgekleidet von einer feinkörnigen Masse, die einzelne dunklere Pünctchen einschliesst, Essigsäure trübt die Masse und wandelt sie in kleine Zellen um. Dieses sind die Flimmerzellen, deren feine Cilien nach einwärts schlagen. Aus der Tiefe des Füllhorns aber ragt ein Zellenhaufen hervor, der als Knopf in das Lumen vorspringt, nicht flimmert und schon ohne Essigsäure deutlich seine zellige Natur erkennen lässt. Die Zellen sind rundlich, haben einen Kern, übertreffen an Grösse die Wimperzellen und manche davon sind mitunter von demselben röthlichen Pigmente erfüllt, wie die Zellen der äusseren Haut des Darmes. Die flimmernden und die flimmerlosen Zellen grenzen sich scharf ab gegen die glashelle, homogene, mit einzelnen Kernen besetzte Membran des Füllhorns und letztere geht continuirlich über in den Stiel des Organs.« Aus einem Vergleich dieser Schilderung Leydig's mit den oben gemachten Angaben über die Wimpersäckchen der Crinoideen geht ohne Weiteres die Uebereinstimmung im Baue beider Gebilde hervor. Ein Unterschied zwischen beiden liegt darin, dass die pantoffelförmigen Organe der Synapta gestielt, die Wimpersäckchen der Crinoideen aber sitzend sind — ein Unterschied, dem keine wesentliche Bedeutung beizumessen ist. Leydig hält im weiteren Verlaufe seiner Abhandlung jenen Stiel für ein Gefäss und ist der Meinung, die pantoffelförmigen Organe stellten freie, offene Enden der Blutgefässe in die Leibeshöhle dar. Wäre dem wirklich so, dann wäre ein Vergleich dieser Organe mit den Wimpersäckchen der Crinoideen nicht durchzuführen; bei letzteren nämlich konnte niemals eine Fortsetzung der Säckchen in Gefässe wahrgenommen werden, stets waren sie blindgeschlossen und auch in ihrer Umgebung waren niemals Gefässe zu sehen. Die Schwierigkeit, die sonach vorzuliegen scheint, wird aber beseitigt durch die Beobachtungen Semper's (Nr. 34 p. 34 und 36), der auf das Bestimmteste versichert, die Wimperorgane der Synaptiden stets ohne alle Verbindung mit Gefässen, den Stiel aber stets nur aus Bindegewebe gebildet gefunden zu haben. Auch Joh. Müller (Nr. 28 p. 4) hat bereits der Auffassung Leydig's im selben Sinne, wie später Semper, widersprochen.

Ist demzufolge der Bau der pantoffelförmigen Wimperorgane der

Synaptiden im Wesentlichen derselbe wie derjenige der Wimpersäckchen bei den Crinoideen, so fragt sich nun noch, ob auch der Ort ihres Vorkommens der Homologisirung beider Gebilde keine Schwierigkeiten bereitet. Bei den Synaptiden sitzen sie meist auf den Mesenterien, in wenigen Fällen aber treten sie auf die Körperwand über (Nr. 34 p. 34). Letzteres Verhalten beweist, dass ihrem Vorkommen auf den Mesenterien keine principielle Bedeutung beizulegen ist und wir allgemein die Wandung der Leibeshöhle als den Ort ihres Vorkommens bezeichnen können. Der Dorsalcanal der Arme der Crinoideen aber ist nichts anderes als ein Abschnitt der Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme; also kommen auch die Wimpersäckchen der Crinoideen an wesentlich derselben Stelle vor, wie die betreffenden Organe der Synaptiden, nämlich an der Wandung der Leibeshöhle.

Bei der Uebereinstimmung, welche sich also in Bau und Ort des Vorkommens zwischen den in Rede stehenden Organen der Synaptiden und Crinoideen ergeben hat, erscheint es als völlig gerechtfertigt, dieselben als morphologisch gleichwerthige Gebilde anzusprechen. Da sich diese eigenthümlichen Wimperorgane nunmehr bei zwei so sehr weit auseinander stehenden Echinodermengruppen, wie es die Synaptiden und die Crinoideen sind, gefunden haben, ist zu erwarten, dass es weiteren Untersuchungen gelingen wird, dieselben Gebilde auch noch bei anderen Echinodermen aufzufinden.

Der Canalis genitalis und die Generationsorgane.

Die horizontale Scheidewand, welche Ventralcanal und Dorsalcanal von einander trennt, schliesst in sich ein den dritten Abschnitt der Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme. Wegen seiner Beziehung zu den Geschlechtsorganen nennen wir denselben, wie bereits gesagt wurde, den Genitalcanal. Derselbe tritt uns auf vielen Schnitten in vollständiger Abgeschlossenheit von dem über ihm gelegenen Ventralcanal und dem unter ihm gelegenen Dorsalcanal entgegen. In anderen Fällen aber steht sein Hohlraum durch unregelmässig geformte Lücken in seiner dorsalen oder ventralen Wand mit jenen beiden anderen Canälen oder auch nur mit einem derselben in offener Verbindung. Derselbe ist ausgekleidet von demselben niedrigen Cylinderepithel, welches uns bereits im Ventralcanal und im Dorsalcanal begegnete; auch die erwähnten Verbindungslücken sind damit ausgekleidet. Bei diesem Verhalten der als Ventralcanal, Dorsalcanal und Genitalcanal unterschiedenen Hohlräume unterliegt es keinem Zweifel, dass wir in ihnen nur besondere Abschnitte eines morphologisch einheitlichen Hohlraums sehen können und da alle drei Abschnitte, wie wir später sehen werden, in Zusammen-

hang mit der Leibeshöhle der Scheibe stehen, so ist dieser einheitliche Hohlraum nichts anderes als die Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme. Auf die entgegenstehende irrthümliche Ansicht TEUSCHER's, welcher in jenen drei Canälen nicht Theile der Leibeshöhle erblickt, sondern Dorsal- und Ventralcanal als Blutgefässe, den Genitalcanal aber als eine mit jenen in Communication stehende Bindegewebslücke bezeichnet, werden wir bei der Scheibenanatomie näher einzugehen haben. Wenden wir uns vielmehr jetzt zu den im Genitalcanal gelegenen Generationsorganen.

Die Crinoideen sind bekanntlich getrenntgeschlechtliche Thiere und entwickeln ihre Geschlechtsproducte in den Pinnulae, welche zur Zeit der Geschlechtsreife eine bedeutende Anschwellung erfahren. Lange glaubte man, dass die Geschlechtsorgane der einzelnen Pinnulae in keiner Verbindung mit einander stünden und erblickte in diesem vermeintlichen Vorkommen sehr zahlreicher, durchaus von einander getrennter Geschlechtsorgane bei den Crinoideen einen bedeutenden Gegensatz zwischen ihnen und den übrigen Echinodermen. Seit aber W. B. CARPENTER (Nr. 3, 4, 5) und SEMPER (Nr. 36) gezeigt haben, dass derjenige Strang, den JOH. MÜLLER als den Nerven des Arms beschrieben hatte, in Wirklichkeit kein Nerv, sondern ein Verbindungsstrang zwischen den Generationsorganen der Pinnulae ist, ist auch jener Gegensatz zu dem Verhalten der übrigen Echinodermen geschwunden. Jener Strang (der MÜLLER'sche Armnerv) verläuft in dem Genitalcanal und giebt in jede Pinnula einen Ast ab, der dort dieselbe Lagerung hat, wie der Strang im Arme. Zur Zeit der Geschlechtsreife entwickeln sich — wenigstens verhalten sich so die Antedon- und Actinometra-Arten — nur in den in den Pinnulae gelegenen Aesten[1]) die Eier oder Samenfäden, in dem im Arme gelegenen Strang aber findet keine Reifung von Geschlechtsproducten statt. Es hat also dann das Generationsorgan jedes Armes die Gestalt eines langgestreckten Stranges, an welchem rechts und links sich Aeste abzweigen, in welchen die Geschlechtsproducte reifen. Wir haben nunmehr den feineren Bau der Geschlechtsorgane und zwar zuerst des im Arme befindlichen Stranges, dann der in die Pinnulae eintretenden Aeste zu betrachten.

Was zunächst den Strang betrifft, so ist derselbe keineswegs ein

1) Eine geringe Modification dieses Verhaltens haben wir durch SEMPER bei Actinometra armata kennen gelernt. Es sendet dort jeder Ast des Genitalstranges, nachdem er in der Pinnula angekommen ist, an derjenigen Stelle, wo er zum reifen Generationsorgan anschwillt, einen rückläufigen Blindsack in den Arm, in welchem sich gleichfalls Geschlechtsproducte entwickeln. (Vergl. SEMPER's Fig. 2 [Nr. 35 p. 261].)

einfacher solider Faden, sondern er besteht aus zwei ineinander geschachtelten Haupttheilen. Von letzteren ist der centrale derjenige, welcher den eigentlichen Genitalstrang oder, wie wir besser sagen, die Genitalröhre darstellt. Die Genitalröhre liegt selbst wieder im Innern eines Blutgefässes und dieses ist der zweite der vorhin angedeuteten Haupttheile des Stranges. Diese Verhältnisse werden sich am leichtesten mit Hülfe der betreffenden Abbildungen klar beschreiben lassen (Fig. 13 und 14). Wir erblicken dort die Achse des ganzen Stranges eingenommen von einem dünnwandigen Schlauche, der Genitalröhre. Dieselbe hat im Arme von Antedon Eschrichtii einen wechselnden Durchmesser von 0,02—0,04 Mm. Die Wandung dieser Röhre ist besetzt mit 0,0075—0,0085 Mm. grossen Zellen, welche in das Lumen vorspringen und dasselbe häufig bis zur Unkenntlichkeit verengern. In letzterem Falle gewährt die Röhre das Bild eines soliden Zellstranges. Bei den Grössenverhältnissen der Wandungszellen können wir auf jedem Querschnitte immer nur eine beschränkte Anzahl derselben sehen, da schon 4—5 Zellen genügen, um die Wandung rings zu bekleiden. Die einzelnen Zellen liessen einen circa 0,006 Mm. grossen runden Kern mit kleinem runden Kernkörperchen erkennen. Wir werden nachher sehen, dass diese Zellen es sind, aus welchen sich in den Pinnulae die Geschlechtsproducte entwickeln. In demjenigen Exemplare, an welchem obige Messungen angestellt wurden, fanden sich in den Pinnulae fast zur völligen Reife entwickelte Eier. Wir haben also in diesem Falle in den beschriebenen Zellen der Genitalröhre nicht zur Entwicklung gekommene Eikeime vor uns. Ob sich in männlichen Exemplaren die Zellen der Genitalröhre des Armes anders verhalten, bedarf noch der Untersuchung. Auf der äusseren Oberfläche der Genitalröhre befindet sich keine Epithellage, sondern es gehen von ihr meist spindelförmige, mitunter auch verästelte Zellen ab, welche die ganze Genitalröhre im Innern eines sie rings umgebenden Blutgefässes frei aufhängen. Dies Blutgefäss nennen wir das Genitalgefäss oder auch den Genitalschlauch. Dasselbe besitzt eine dünne, fein längsgefaserte Wandung, welcher nach innen in weiten Abständen vereinzelte Ringmuskelfasern aufliegen. Aussen ist das Gefäss von einem Epithel überkleidet; ein deutlicher innerer Zellbelag fehlt indessen. Zwischen der Wand des Genitalgefässes und der in ihm liegenden Genitalröhre befindet sich der Blutraum, welcher von den bereits erwähnten spindelförmigen oder verästelten Zellen durchsetzt wird. Wir sehen also, dass der Genitalstrang des Arms (der Nerv Joh. Müller's) einen ziemlich complicirten Bau hat, dessen bemerkenswerthester Punct die Lage der eigentlichen Genitalröhre im Innern eines Blutraumes ist. Betrachten wir den Genitalstrang als ein einheitliches

Organ, so haben wir von aussen nach innen der Reihe nach die folgenden Schichten: 1) das äussere Epithel, 2) die langgefaserte Bindegewebsschicht und die Ringmuskelfasern, 3) der Blutraum durchsetzt von spindelförmigen und verästelten Zellen, 4) die innere bindegewebige Membran, 5) das innere Epithel, dessen Zellen sich zu den Geschlechtsproducten zu entwickeln vermögen.

Vergleichen wir nunmehr diesen Bau des Genitalstranges im Arme der Crinoideen mit dem Bau der Geschlechtsorgane anderer Echinodermen, so treffen wir auf eine beachtenswerthe Uebereinstimmung. Nicht von allen Echinodermengruppen besitzen wir eine genaue Darstellung von der Structur der Generationsorgane. Am genauesten sind die Angaben SEMPER's (Nr. 34 p. 143), welche sich auf Holothurien beziehen. Dieselben lassen ohne Weiteres einen Vergleich mit den Crinoideen zu. Er beschreibt die Zusammensetzung der Geschlechtsorgane der Holothurien folgendermassen: Zu äusserst ein wimperndes, kleinzelliges Epithel, dann eine einfache Ringmuskelfaserlage, darauf folgend eine verschieden mächtige Bindegewebsschicht und endlich ein inneres Epithel, aus welchem sich Eier und Spermatozoen entwickeln. Nimmt man zu den angeführten Schichten nun noch hinzu, dass gleichfalls nach SEMPER's Untersuchungen bei vielen Holothurien in der Bindegewebsschicht Blutgefässe verlaufen, »die nichts weiter zu sein scheinen, als einfache von keinem Epithel ausgekleidete Lücken und an deren Stelle sich bei Stichopus variegatus nur ein einziger grosser Blutraum findet, welcher von verästelten Zellen nach allen Richtungen hin durchzogen wird«, so haben wir ganz dieselbe Zusammensetzung der Generationsorgane wie bei den Crinoideen. Insbesondere wird diese Uebereinstimmung augenscheinlich, wenn man mit meinen Abbildungen (Fig. 13 und 14) die Fig. 12 Taf. XXXV des SEMPER'schen Holothurienwerkes vergleicht, woselbst ein Schnitt durch die Wandung des Eierstocks von Stichopus variegatus dargestellt ist. Aber nicht nur die Holothurien zeigen uns, dass die Crinoideen im Baue ihrer Geschlechtsorgane sich nicht wesentlich von den übrigen Echinodermen unterscheiden; auch von den Asterien sind uns durch HOFFMANN und GREEFF ganz ähnliche Verhältnisse bekannt geworden. Beide Forscher heben die eigenthümliche Betheiligung der Blutgefässe am Bau der Geschlechtsorgane hervor. So sagt GREEFF (Nr. 11 p. 166): »Nach dem Eintritt in die Geschlechtsorgane verzweigen sich die Gefässe nicht durch fortgesetzte Theilung zu feineren Canälen und Canalnetzen, sondern die Hauptzweige erweitern sich sackartig und nehmen die Lappen und Läppchen der Geschlechtsdrüse, diese vollständig umhüllend, auf.« Aehnlich drückt sich HOFFMANN (Nr. 16 p. 19, 20) aus. Nicht unerwähnt

möge ferner bleiben, dass sich im Blutraum des Genitalstranges der Crinoideen ausser den spindelförmigen und verästelten Zellen auch noch kugelige, körnige Gebilde (Fig. 16) finden, in denen ein Kern nicht mit Sicherheit wahrzunehmen war, die aber im Uebrigen ganz den von Semper (Nr. 34, Taf. XXXV, Fig. 12) aus dem Blutraum des Eierstocks von Stichopus variegatus abgebildeten sogenannten Schleimzellen glichen. Dieselben maassen bei Antedon Eschrichtii durchschnittlich 0,02 Mm.

Indem ich wiederholt die Uebereinstimmung im Bau des Genitalstranges der Crinoideen mit demjenigen der Geschlechtsorgane anderer Echinodermen hervorhebe, gehe ich weiter und komme zu den Zweigen, welche der Genitalstrang in die Pinnulae sendet (Fig. 10, Fig. 15). Vor dem Eintritt der Geschlechtsreife verhalten sich diese Zweige ganz ebenso wie der Genitalstrang des Armes. Sobald aber in ihnen die Eier oder Samenfäden zu reifen beginnen, ändert sich die Sachlage. Mit der Entwicklung der Zellen des inneren Epithels zu Eiern oder Samenfäden ist nothwendigerweise eine Massenzunahme des ganzen Organs verbunden. Dieselbe macht sich schon äusserlich an den Pinnulae bemerkbar, durch die längst bekannte Anschwellung, welche dieselben zur Zeit der Geschlechtsreife erfahren. Machen wir durch eine derartige angeschwollene Pinnula Schnitte, so erkennen wir leicht, dass derjenige Theil des Genitalstranges, den wir oben als die eigentliche Genitalröhre unterschieden hatten, eine bedeutende Ausdehnung erhalten hat. Der Schnitt, der unserer Abbildung (Fig. 10) zu Grunde liegt, ist durch die Pinnula eines weiblichen Antedon Eschrichtii geführt. Wir sehen, dass die Zellen, welche den inneren Hohlraum des Geschlechtsorgans auskleiden, sich zu Eiern entwickelt haben, die sich in verschiedenen Reifezuständen befinden. Nach aussen wird die Schicht der jüngeren und älteren Eier umhüllt von der Wandung des Geschlechtsorgans, an welcher wir bei stärkerer Vergrösserung zwei Lamellen, eine innere und eine äussere, unterscheiden können. Der diese beiden Lamellen trennende Zwischenraum ist die Fortsetzung des Blutraumes, den wir in der Wand des Genitalstranges kennen gelernt haben. Am deutlichsten wird der Zusammenhang der Schichten des Genitalstranges des Armes mit denjenigen der Geschlechtsorgane der Pinnulae an Längsschnitten, welche so durch die Ansatzstelle der Pinnula an den Arm geführt sind, dass die Uebergangsstelle des Seitenzweiges des Genitalstranges in das reife Geschlechtsorgan getroffen wurde. Die Abbildung (Fig. 15) macht eine weitere Auseinandersetzung überflüssig. Man sieht dort besonders deutlich, dass der Blutraum des Genitalstranges durch die

sich ausdehnende Masse der Eier immer mehr verengt wird. Aber auch die übrigen benachbarten Hohlräume werden durch die Anschwellung des Geschlechtsorgans verkleinert, wie wir an dem Querschnitt (Fig. 10) sehen, woselbst sowohl der Genitalcanal, als auch Dorsal- und Ventralcanal eine beträchtliche Verminderung ihres Lumens zeigen.

In ganz derselben Weise wie in den weiblichen Exemplaren, verhalten sich die Geschlechtsorgane der männlichen Thiere. Auch ihre Schichten stehen in continuirlichem Zusammenhang mit den Schichten des Genitalstranges der Arme und durch die Reifung der Samenfäden erhalten sie dieselbe Volumenvergrösserung, wodurch die umgebenden Hohlräume verengt werden, die Pinnula selbst aber anschwillt.

Bevor ich mich zur Besprechung der Auffassung wende, welche andere Forscher vom Bau der Generationsorgane der Crinoideen vertreten, möchte ich der Entwicklung der Geschlechtsproducte im Innern der Genitalorgane einige Worte schenken. Was zunächst die Eier anbelangt, so entwickeln sie sich aus den Zellen des inneren Epitheliums, indem einzelne dieser Zellen an Grösse zunehmen und sich mit deutoplasmatischen Elementen füllen. Die jüngsten Formen der Eier sind kaum zu unterscheiden von den benachbarten Zellen des Epitheliums, sie besitzen einen verhältnissmässig grossen Kern mit winzigem Keimfleck. Dass sie junge Eier sind, geht daraus hervor, dass man alle Zwischenstadien zwischen ihnen und den reifen Eiern unschwer auffindet. An diesen Zwischenstadien lässt sich durch Messungen leicht feststellen, dass Dotter, Keimbläschen und Keimfleck in ihrer Grössenzunahme nicht ganz gleichen Schritt mit einander halten, — was durch andere Forscher bei anderen Thieren bereits hinreichend bekannt ist. Ich stelle eine Messungreihe verschiedener Altersstadien junger Eier hier zusammen:

	Ei	Keimbläschen	Keimfleck	
1.	0,0077	0,0038		punctförmig,
2.	0,0193	0,0116	0,0028	homogen,
3.	0,0232	0,0135	0,0039	-
4.	0,0347	0,0193	0,0058	-
5.	0,0347	0,0210	0,0077	-
6.	0,0386	0,0280	0,0096	mit einem stark lichtbrechenden Körnchen,
7.	0,0540	0,0347	0,0116	homogen,
8.	0,0617	0,0366	0,0116	mit einem stark lichtbrechenden Körnchen,
9.	0,1737	0,0965	0,0193	mit einem centralen Häufchen von stark lichtbrechenden Körnchen.

Der Keimfleck älterer Eier ist stets mit ungleich vielen, meist sehr zahlreichen, stark lichtbrechenden, kugeligen Körnchen (Bläschen?) er-

füllt. Teuscher (Nr. 37, p. 251) erwähnt dieselben Gebilde aus dem Keimfleck von Antedon rosaceus. Wie aus den Bemerkungen, die oben in der vierten Rubrik der Tabelle beigefügt sind, hervorgeht, treten die glänzenden Körnchen des Keimflecks erst nach und nach auf, ursprünglich sind sie vollständig abwesend und der Keimfleck erscheint dann durchaus homogen. Der Keimfleck ist stets scharf contourirt und von kugelrunder Gestalt. Das Keimbläschen besitzt eine deutlich doppelcontourirte Wandung und einen hellen Inhalt. In letzterem war öfters ein Netz einer etwas dunkleren, mit feinen Körnchen erfüllten Substanz zu bemerken, welches den Inhalt der Keimbläschen durchzog und den Keimfleck darin schwebend zu halten schien. Es ist dies ganz dasselbe Bild, welches Hertwig [1]) vom Eie des Toxopneustes lividus, van Beneden [2]) von den Eiern der Asterien beschreiben. Näher auf dieses Verhalten des Keimbläschens einzugehen ist indessen hier nicht der Ort.

Oben sahen wir bereits, dass es eine Epithelzelle der Genitalröhre ist, welche sich zum Ei umbildet und es sind demgemäss die älteren Angaben Thomson's (Nr. 38), wonach sich erst der Keimfleck, darum das Keimbläschen und darum endlich der Dotter sich bilde, zu berichtigen. Es schliessen sich die Crinoideen in Bezug auf die Entstehung ihrer Eier durchaus den Verhältnissen an, welche wir von den übrigen Echinodermen kennen und wie ich sie an einem anderen Orte ausführlich dargelegt habe [3]). Das dort gewonnene Resultat, dass das Ei der Echinodermen stets seine Entstehung nimmt aus einer Epithelzelle des Ovariums, ist auch für die Crinoideen gültig. Ich habe ferner an jenem Orte gezeigt, dass »es zur Bildung eines Eifollikels nur bei den Holothurien kommt« und »dass die Eizelle und die Follikelzellen der Holothurien ursprünglich gleichartige Gebilde sind, nämlich Epithelzellen der Ovarialschläuche«. Damals lagen mit Ausnahme der vorhin zurückgewiesenen Angaben Thomson's von keiner Seite her genauere Mittheilungen über die Entstehung des Crinoideeneies vor. Jetzt aber, nachdem uns ausgedehntere Kenntnisse geworden sind, können wir nicht mehr behaupten, dass nur bei den Holothurien unter allen Echinodermen sich Follikel um die reifenden Eier bilden; denn auch bei den Crinoideen findet eine Eifollikelbildung statt und zwar ganz in derselben Weise wie bei den Holothurien. Wie bei den Letzteren werden durch die zum Ei heranwachsende Epithelzelle die zunächst gelegenen Zellen mit in das Lumen der Ovarialröhre vorgetrieben und umgeben schliesslich jene in Gestalt einer einschichtigen Follikelzellenlage. Wir sehen

1) A. Hertwig, Morpholog. Jahrbuch I. 1875, p. 351.
2) E. van Beneden, Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. 2. sér. T. LXI. 1876.
3) Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874, p. 7—16.

also wie sich in Bezug auf die Entstehungsweise ihrer Eier die Crinoideen an die Holothurien anschliessen, indem bei ihnen sich Follikel um die heranwachsenden Eier bilden, während bei den übrigen Echinodermen die Eier ohne Follikelbildung heranreifen.

Bei den männlichen Thieren entstehen die Samenfäden gleichfalls aus den Zellen des inneren Hodenepithels. Genaue Beobachtungen über den Bildungsmodus der Samenfäden waren an meinen Spiritusexemplaren nicht möglich. Das samenbildende Epithel und die dasselbe zunächst stützende Bindegewebslamelle der Hodenwandung bilden zur Vergrösserung der inneren Fläche leistenförmige Vorsprünge, deren Gestalt am besten aus der Abbildung erhellt. In Fig. 49 sehen wir dieselben im Durchschnitte. Sie springen hier eine Strecke weit in den innern Hohlraum vor, welch' letzterer selbst von dicht zusammengedrängten reifen Samenfäden erfüllt ist. Die Ansatzstellen der leistenförmigen Vorsprünge an die Hodenwand verlaufen in unregelmässigen Windungen, die dem Hoden bei der Betrachtung von aussen (Fig. 48) ein characteristisches Aussehen verleihen. Die Samenfäden selbst sind bekanntlich wie bei den übrigen Echinodermen stecknadelförmig.

Hiermit beende ich die Darlegung meiner eigenen Beobachtungen über den Bau der Generationsorgane und die Entstehung der Eier und Samenfäden. Nur das Eine habe ich noch hinzuzufügen, dass sowohl der Genitalstrang des Armes als auch seine die Geschlechtsproducte erzeugenden Zweige in den Pinnulae nicht ganz lose in dem Genitalcanal liegen, sondern durch sehr feine helle Fäden in ihrer Lage festgehalten werden. Diese Fäden sind noch feiner als die Muskelfasern und brechen das Licht weniger stark; ich sah niemals Kerne an ihnen. Wir wollen sie als Aufhängefäden der Geschlechtsorgane im Genitalcanal bezeichnen (Fig. 13, 14, 15).

Fragen wir uns nunmehr, welches die Darstellung anderer Forscher vom Bau der Generationsorgane der Crinoideen ist? Bei W. B. Carpenter (Nr. 5, p. 220) vermissen wir noch eingehende Angaben über die Structur. Derselbe vergleicht ähnlich wie Semper (Nr. 35, p. 261) den Genitalstrang des Arms mit der Rhachis des Nematodeneierstocks; derselben Ansicht folgt P. H. Carpenter (Nr. 2). Nach dieser Auffassung würden die Geschlechtsproducte in dem Genitalstrang der Arme ihre Entstehung nehmen und nachdem sie sich von ihrem Mutterboden abgelöst in die Pinnulae gelangen, um daselbst ihre volle Reife zu erlangen. Wir haben aber oben gesehen, dass die Sache sich anders verhält, dass die Geschlechtsproducte an dem Orte entstehen, woselbst wir sie auch noch zur Zeit der Reife finden, nämlich in den die

Pinnulae durchziehenden Zweigen des Genitalstranges. Folglich können wir dem Genitalstrang auch nicht die Bedeutung einer Rhachis zuschreiben, sondern müssen die Ansicht aussprechen, dass der Genitalstrang des Armes nichts anderes ist, als ein steriler Abschnitt des Geschlechtsorgans. Greeff (Nr. 12, p. 28, 20), der gleichfalls dem Genitalstrang seine Aufmerksamkeit geschenkt hat, giebt ebensowenig wie die bereits erwähnten Autoren genaueres über seine Structur an, sondern beschreibt nur ein Lumen desselben, sowie seine Lage in dem Canalis genitalis, dessen Zusammenhang mit der Leibeshöhle er durch Injection nachweist. Der continuirliche Zusammenhang des Genitalstranges der Arme mit den Geschlechtsorganen der Pinnulae ist hingegen von ihm übersehen worden. Er scheint die letzteren (die Geschlechtsorgane der Pinnulae) überhaupt nicht als besondere Organe gelten lassen zu wollen. Denn er lässt den Seitenzweig, welchen der Genitalstrang in die Pinnula abgiebt, sobald er in letztere eingetreten ist, frei in deren Leibeshöhle münden[1]), eine Angabe, die nur auf unzureichender Beobachtung beruhen kann. In Folge dessen ist auch die weitere Ansicht Greeff's, dass in dem Genitalstrang des Armes die Ei- und Samenzellen gebildet werden, sich von der Innenwand loslösen und durch Seitencanäle in die Leibeshöhle der Pinnulae übergeführt werden, um sich hier zu entwickeln und zu reifen, nicht haltbar. Auch mit Teuscher (Nr. 37, p. 247 sqq.) kann ich nicht überall übereinstimmen. Zunächst muss ich mich dagegen aussprechen, den Canalis genitalis, den wir als einen Abschnitt der Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme erkannt haben, als eine »Bindegewebslücke« zu bezeichnen, wie dies Teuscher thut. Ferner hat Teuscher, wie schon vorher Greeff, den Blutraum in der Wandung des Genitalstranges übersehen, was aber seine Erklärung wohl darin findet, dass die beiden genannten Forscher nur Antedon rosaceus untersuchten, bei welchem die Theile kleiner und deshalb schwieriger zu erkennen sind als bei Antedon Eschrichtii. Den Zusammenhang zwischen dem Genitalstrang des Armes und den Geschlechtsorganen der Pinnulae hat Teuscher richtig erkannt. Wenn er aber gegen Semper behauptet, derselbe weise diesen Zusammenhang nicht nach, so dürfte diese Behauptung wohl nur auf flüchtiger Lectüre oder Missverständniss der Semper'schen Mittheilung beruhen, denn gerade Semper hat jenen Zusammenhang zuerst deutlich beschrieben und in seiner Fig. 2 abgebildet (Nr. 35, p. 261).

1) Die betreffenden Stellen bei Greeff lauten:
»Sowohl der Zellschlauch (unser Genitalstrang) als der ihn umschliessende Canal der Leibeshöhle zweigen sich von der centralen Achsenbahn (des Arms), der Pinnulae entsprechend ab und münden in die Leibeshöhle der Pinnulae.«

Ueber die männlichen Geschlechtsorgane finden sich Mittheilungen und Abbildungen bei W. B. Carpenter (Nr. 5, Pl. 9, Fig. 8) und Teuscher (Nr. 37, Taf. VII, Fig. 6). Die Angaben beider sind aber sehr dürftig und schweigen insbesondere gänzlich über die oben beschriebene Faltenbildung der Innenwand des Hodens. Beide heben aber übereinstimmend hervor, dass die männlichen Geschlechtsorgane ganz ähnlich gebaut sind und in demselben Verhältniss zum Genitalstrange des Armes stehen wie die weiblichen Organe.

Es bleibt uns nunmehr hinsichtlich der Geschlechtsorgane der Crinoideen noch ein Punct zur Besprechung und das ist die Frage nach den Ausführungswegen der Eier und Samenfäden.

Hinsichtlich der Wege, durch welche die Eier das Geschlechtsorgan verlassen und an die äussere Oberfläche der Pinnula treten, gelang es mir nicht, präformirte Oeffnungen und damit in Verbindung stehende Canäle zu beobachten, womit aber keineswegs schon bewiesen ist, dass solche überhaupt nicht existiren. Sind die Eier aber ausgetreten, so ist es leicht an der der Spitze der Arme zugekehrten Seite der Pinnulae, woselbst die Eier anhängen, nach Entfernung derselben, mehrere hintereinander gelegene unregelmässig begrenzte, mit einem Wulste umsäumte, ziemlich grosse Oeffnungen zu bemerken, welche bis auf das Ovarium die Pinnulawand durchsetzen (Fig. 66). Sind diese Oeffnungen Erweiterungen vorgebildeter Ausführwege oder sind sie durch Ruptur der Pinnulawand entstanden? Ich muss diese Fragen unbeantwortet lassen und kann mich der Sicherheit, mit welcher Teuscher (Nr. 37, p. 251) die erstere verneint und die letztere bejaht, nicht anschliessen.

Bei den männlichen Thieren finden sich vorgedildete Ausführungscanäle, welche an derselben Stelle gelegen sind, wie die vorhin beschriebenen Oeffnungen an den Pinnulae der weiblichen Thiere. Im Querschnitt durch die Pinnula gewähren sie das in Fig. 65 dargestellte Bild, während sie von der Fläche das Fig. 73 abgebildete Aussehen haben. Wie aus der Abbildung erhellt sind sie von einem deutlichen Epithelium ausgekleidet. Teuscher hat diese männlichen Geschlechtsöffnungen gleichfalls wahrgenommen und von der Fläche gesehen abgebildet (Nr. 37, Taf. VII, Fig. 9).

Blicken wir nun nochmals zurück, auf die Verhältnisse, welche wir an dem Genitalstrang der Arme und den Eierstöcken und Hoden der Pinnulae kennen gelernt haben, so scheinen zwei Puncte von besonderem Interesse zu sein. Erstens die grosse Uebereinstimmung, die sich im Bau der ganzen Organe (insbesondere hinsichtlich des Blutraumes der Wandung) und in der Entstehung der Geschlechtsproducte mit den übrigen Echinodermen kund giebt; zweitens, dass wir den Ge-

nitalstrang der Arme nicht als Keime erzeugende Rhachis den Geschlechtsorganen der Pinnulae als blossen Reifestätten der Eier und Samenfäden entgegenstellen dürfen, sondern dass der Genitalstrang des Armes als ein steriler Abschnitt des sich durch Arm und Pinnulae hinziehenden und verzweigenden weiblichen oder männlichen Geschlechtsorgans aufzufassen ist.

In den Spitzen der Arme und Pinnulae werden die Hohlräume, die wir als Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme zusammengefasst haben, immer enger und vereinigen sich mit einander. Betrachten wir, um uns diese Verhältnisse anschaulich zu machen, die Figuren 11 und 12. Die erstere stellt einen Querschnitt durch die Pinnulae nahe der Spitze, die zweite einen solchen dicht an der Spitze dar. In jenem sehen wir vom Genitalcanal und seinem Inhalte schon keine Spur mehr. Unterhalb des Wassergefässes findet sich nur der von einem Septalstrang durchzogene Ventralcanal und darunter der noch weit mehr verengte Dorsalcanal. Dicht an der Pinnulaspitze aber sind auch diese beiden Canäle zu einem einzigen engen Hohlraum zusammengeflossen. An dem Querschnitte Fig. 12 ist überdies bemerkenswerth, dass das Wassergefäss hier keine Seitenzweige mehr abgiebt und also auch keine Tentakel vorhanden sind. Ganz ähnlichen Verhältnissen des Wassergefässes werden wir später bei der Scheibenanatomie an den sogenannten Pinnulae orales begegnen. An den Spitzen der Arme und Pinnulae werden die Tentakel allmälig kleiner und kleiner und schwinden endlich ganz dahin, was bei den verschiedenen Arten in einem verschieden grossen Abstand von der äussersten Arm- oder Pinnulaspitze geschieht. So sind z. B. an den Pinnulae von Antedon Eschrichtii die acht letzten Glieder tentakellos. Gleiches Schicksal mit den Tentakeln haben die Saumläppchen der Ambulacralrinne.

Zum Schlusse der Darstellung der anatomischen Verhältnisse der Weichtheile der Arme und Pinnulae haben wir noch den die Kalkglieder durchziehenden Faserstrang, sowie die sie bewegenden Muskeln zu betrachten. Ersterer aber steht im Zusammenhang mit einem eigenthümlichen Apparate im Innern des Centrodorsalstückes des Kelches, welcher bei der Anatomie der Scheibe ausführlich beschrieben werden soll. Es möge also auch die Schilderung des Stranges bis dahin verschoben bleiben. Die Muskeln sind bezüglich ihrer Anordnung und Wirkungsweise von Joh. Müller, W. B. Carpenter und M. Sars in ihren bereits öfter citirten Abhandlungen nicht minder hinreichend beschrieben worden wie die Skelettheile. Nur hinsichtlich ihrer feineren

Structur mögen einige Beobachtungen Platz finden, welche die Angaben W. B. Carpenter's bestätigen und vervollständigen. Die einzelnen Muskelfasern (Fig. 6) sind schmale lange Bänder, die an ihren Enden eine unbedeutende Verbreiterung erfahren. Jede Muskelfaser hat die Länge des ganzen Muskelbündels; Verästelungen, sowie Anastomosen der Fasern wurden niemals beobachtet. Bei Antedon rosaceus mass ich ihre Breite zu 0,0035 Mm., ihre Dicke zu 0,0015 Mm. bei einer Länge von circa 0,9 Mm. An jeder Faser findet man einen länglichen Kern von durchschnittlich 0,007 Mm. Die Muskelfasern sind nicht ganz regellos zu den Muskelbündeln vereinigt, sondern sie bilden zu je zehn bis zwölf primäre Bündel, die dann erst zu den dickeren Bündeln, wie wir zwischen den Kalkgliedern finden, zusammentreten. Auf Querschnitten kann man sich davon unschwer überzeugen. Vergeblich habe ich mich bemüht in den Muskelfasern eine feinere Structur, Querstreifung oder die von Schwalbe bei Ophiuren [1]) beschriebene Schrägstreifung, aufzufinden.

II. Anatomie der Scheibe.

Bei der anatomischen Betrachtung der Scheibe der Crinoideen wollen wir denselben Weg einschlagen, dem wir bei der Schilderung des Baues der Arme folgten, d. h. wir wollen zuerst versuchen an einer schematischen Abbildung uns im Allgemeinen über die hier in Betracht kommenden Theile und deren Lagerungsverhältnisse zu orientiren und alsdann zu einer genaueren Darstellung der Einzelheiten übergehen.

In der Abbildung 74 ist ein verticaler Längsschnitt durch die Scheibe von Antedon rosaceus [2]) schematisch dargestellt. Der Schnitt ist so geführt, dass er genau durch die dorsoventrale Achse des Thieres geht; die rechte Hälfte des Schnittes führt durch den Ansatz eines Armes, liegt also in Bezug auf die Körperregionen des Thieres radiär, während die linke Hälfte zwischen zwei Armen, also interradiär gelegen ist. Um die einzelnen Theile, welche uns auf einem derartigen Verticalschnitt durch die Scheibe eines Antedon entgegentreten, uns vorzuführen, beginnen wir mit der Vereinigungsstelle des Armes mit der Scheibe, welche in dem Schema zu äusserst nach rechts hin liegt. Wir finden dort alle uns bekannten Haupttheile des Armes angedeutet. Mit *E* ist das Epithel der Tentakelrinne, mit dem gelben Striche *Nr* der

1) G. Schwalbe, Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere. Arch. f. mikrosk. Anat. V. 1869. p. 205.

2) Die folgenden Angaben über die Scheibenanatomie beziehen sich, wo nicht anders angegeben, zunächst immer auf Antedon rosaceus.

darunter gelegene Armnerv, mit dem rothen Streifen *Br* das Nervengefäss und mit dem grünen Bande *Wr* das radiäre Wassergefäss bezeichnet. Auf diese Theile folgen dorsalwärts der hier noch von einigen Septalsträngen durchzogene Ventralcanal *CV*, der Genitalcanal *CG* mit dem Genitalstrang, dessen Blutraum mit einer rothen Doppellinie angedeutet ist und endlich der Dorsalcanal *CD*. Unter dem Letzteren erblicken wir ein Armglied, das vierte Brachiale *Br4* mit einem Theile des dasselbe mit dem (nicht gezeichneten) fünften Brachiale verbindenden Muskelbündels und dem seine Längsachse durchziehenden Faserstrange.

Schreiten wir jetzt von dem beschriebenen Abschnitte unserer Abbildung nach links vor, so sehen wir wie hier allmälig der Arm übergeht in die Scheibe des Thieres und wir haben uns nun klar zu machen in welcher Weise dies geschieht, welche Theile des Armes in die Scheibe übergehen, welch' neue uns bisher nicht bekannte Theile in der Scheibe hinzukommen. Verfolgen wir zunächst die am meisten ventral gelegene Gruppe von Weichtheilen, nämlich: Auskleidung der Tentakelrinne mit Nerv, Nervengefäss und Wassergefäss, in ihrem Verlauf in der Scheibe. Wie aus der oben angegebenen Schnittrichtung meiner Abbildung hervorgeht, muss in der rechten Hälfte derselben eine Tentakelrinne der Scheibe getroffen sein. Dieselbe ist bezüglich der vorhin genannten Weichtheile nichts Anderes als eine unmittelbare Fortsetzung der Tentakelrinne des Arms und wir finden demgemäss in ihr dieselben Theile in derselben Lagerung wieder; untereinander verlaufen, wie im Arm, Epithel der Rinne, Nerv, Nervengefäss und Wassergefäss. Sobald wir aber an dem Mundrande, dem Peristom, angelangt sind, ändert sich das Bild. Das Epithel der Tentakelrinne geht über in das Epithel des Mundrandes, welcher nach innen ein wenig vorspringt und so eine Art Kreislippe *Lp* bildet. Der radiäre Nerv tritt in einen die Mundöffnung dicht unterhalb des Epithels umkreisenden Nervenring *N* ein, ebenso öffnet sich das Nervengefäss in einen oralen Blutgefässring und das Wassergefäss in einen gleichfalls den Mundeingang umziehenden Wassergefässring. Da Nerven-, Blutgefäss- und Wassergefässring den Mund rings umgeben, so begegnen wir ihnen auch in der linken interradiären Hälfte der Abbildung. Der Blutgefässring, sowie der Wassergefässring tragen besondere Anhangsgebilde, welche in die Maschenräume der Leibeshöhle herabhängen. Die Anhangsgebilde des Blutgefässringes *B'* sind verschieden lange, einfache oder verzweigte Aussackungen; diejenigen des Wassergefässringes sind an ihrem offenen Ende mit der Leibeshöhle, in deren Maschenräume sie herabhängen, communicirende Schläuche. Der Wassergefässring giebt ferner Aeste ab in die den Mund umstehenden Tentakel *T*.

An die Kalkglieder des Armes reihen sich diejenigen der Scheibe. Es folgen auf das bereits erwähnte vierte Brachiale das dritte, zweite und erste, welche an dem Aufbau der dorsalen Wandung der Scheibe Theil nehmen; sie sind mit *Br* 3, *Br* 2, *Br* 1 bezeichnet. An die Brachialien schliessen sich die Kalkglieder des eigentlichen Kelches an. Das dritte axillare Radiale *R III*, welches mit dem ersten Brachiale gelenkig verbunden ist, das zweite Radiale *R II*, welches mit dem vorigen in fester Nathverbindung steht, das erste Radiale *R I*, welches ebenso wie die beim erwachsenen Antedon zur Rosette *Ro* umgewandelten Basalia von aussen her von dem Centrodorsalstücke *CD* überdeckt wird. Die Brachialia wie die Radialia sind in ihrer Längsachse von dem die Faserstränge *F'* beherbergenden Canale durchbohrt. Dieselbe Fasersubstanz findet sich auch wieder in der Umgebung eines complicirt gebauten Systemes von Hohlräumen *K*, welches dem Blutgefässapparat angehört und im Innern des Centrodorsalstückes gelagert ist. Dieses Hohlraumsystem, das sogenannte Herz, wird wegen seines gekammerten Baues das gekammerte Organ genannt. Aus demselben treten Blutgefässe, die von einer dünnen Lage der Fasermasse umhüllt sind durch das Centrodorsalstück in die Cirrhen ein, um in dem axialen Längscanal der Kalkglieder derselben zu verlaufen. Ferner erhebt sich aus der Achse des gekammerten Organs ein unregelmässig gelapptes Gebilde, welches ich das dorsale Organ *DO* nenne. Sein Verhältniss zu dem gekammerten Organ ist ein solches, dass Letzteres nur eine Ausweitung von jenem darstellt und also einheitlich mit ihm zusammengehört und nur zum Zwecke der anschaulichen Beschreibung von ihm mit besonderem Namen unterschieden werden darf. Das dorsale Organ steigt in der dorsoventralen Achse des Thierkörpers auf, durchsetzt die Rosette und nachdem es auch den rings von den ersten Radialien umgebenen Raum in senkrechter Richtung durchzogen biegt es seitlich etwas ab und gelangt endlich bis in die Nähe der ventralen Oberfläche der Scheibe, woselbst sein eigentliches Ende mir verborgen blieb.

Indem sich bei dem Uebergang des Armes in die Scheibe die dorsalen Kalkglieder immer weiter von der ventralen Oberfläche entfernen, wird der Zwischenraum zwischen der ventralen Körperwand mit den in und an ihr liegenden Gebilden (Nerv, Nervengefäss, Wassergefäss) immer grösser. Im Arm sahen wir diesen Zwischenraum, wenn wir hier absehen von dem Genitalcanal, durch eine horizontale Bindegewebsschicht in zwei Hauptheile, den Ventralcanal und den Dorsalcanal zerlegt und es fragt sich nun, wie sich beide Canäle in der Scheibe verhalten. Wir finden sie dort beide wieder. Wie der rechte Abschnitt der Figur zeigt, behält auch in der Scheibe der Ventralcanal die unmit-

telbare Lagerung unter dem radiären Wassergefäss bei und begleitet dasselbe bis in die Nähe des Peristomes. Dort mündet der Ventralcanal in einen nicht ganz genau in der Körperachse verlaufenden, gleichfalls zur Leibeshöhle gehörenden Hohlraum, den ich als die axiale Leibeshöhle *L''* von den gleich zu erwähnenden beiden anderen Hauptabschnitten der Leibeshöhle der Scheibe unterscheide. Ueber den ersten Radialien löst sich die axiale Leibeshöhle in eine Summe von mit einander allseitig communicirenden Maschenräumen auf, welche zwischen die ersten Radialien eindringen, hier das dorsale Organ umgeben und endlich mit zehn blindgeschlossenen Fortsetzungen endigen, von denen fünf radiär gerichtet sind *Lr*, fünf interradiär *Li*. Der Dorsalcanal des Armes giebt seine Lage dicht über den Kalkgliedern und zwischen und über deren Muskelpaaren nicht auf bis er über dem ersten Radiale angekommen ist, wo er sich gleichfalls in die schon erwähnten Maschenräume auflöst. Letztere stehen also in Verbindung mit der axialen Leibeshöhle und mit den Dorsalcanälen der Arme, aber sie dehnen sich auch ferner nach oben und seitlich aus und erfüllen hier den Raum der rings um die axiale Leibeshöhle zwischen dem Ventralcanal und dem Dorsalcanal in der radiären Hälfte, zwischen Ventralperistom und Dorsalperistom in der interradiären Hälfte der Scheibe übrig bleibt. Da nun in diese Maschenräume, welche also fast den ganzen nach innen von der Körperwand gelegenen Raum erfüllen, der Darmcanal, sowie das dorsale Organ eingelagert sind, so wird für sie der Name des Visceralraumes oder des visceralen Abschnittes der Leibeshöhle zutreffend sein. Der Darm *D* windet sich bekanntlich so, dass er, von der Mundöffnung aus sich nach rechts (von der Bauchseite des Thieres aus gesehen) drehend, etwas mehr als einen ganzen Umgang um die Körperachse macht, um dann durch die Afterröhre nach aussen zu münden. Das Maschenwerk der visceralen Leibeshöhle kommt durch zahlreiche sie durchziehende Bindegewebszüge zu Stande. Von diesen Bindegewebszügen ist besonders eine Lage hervorzuheben, welche in Gestalt einer nur in der ventralen und dorsalen Mitte unterbrochenen, im Uebrigen rings geschlossenen Membran die ganze Darmwindung nach aussen sackförmig umschliesst. Dieser sogenannte Eingeweidesack *Es* enthält besonders zahlreiche Kalkkörper, welche aber auch in den anderen, die Leibeshöhle durchziehenden Bindegewebszügen nicht selten sind. Durch den Eingeweidesack wird die viscerale Leibeshöhle wieder in zwei Unterabtheilungen zerlegt, in einen nach aussen und in einen nach innen von demselben gelegenen Abschnitt; jenen nenne ich die circumviscerale *L'*, diesen die interviscerale *L* Leibeshöhle. In der interviscerale Leibeshöhle findet sich auch das oben besprochene dorsale Organ und davon ausgehende

den Darm umspinnende Blutgefässe *BD.* Auch in der circumvisceralen Leibeshöhle finden sich dicht unter dem Ventralcanal Blutgefässe *BC.*

Die Körperwand ist in ihrem ventralen Theile in den interradiären Bezirken von Poren *P* durchsetzt, welche zur Zuleitung von Wasser in die Leibeshöhle dienen.

Hiermit haben wir eine Uebersicht über die wichtigsten Theile, welche die Scheibe des Antedon zusammensetzen, gewonnen und können nun zur Betrachtung der Einzelheiten übergehen[1]. Fassen wir zunächst das Verhalten der Ventraltheile des Armes, d. h. der Tentakelrinne, des Nerven, des Nervengefässes und des Wassergefässes, sobald sie in der Scheibe angelangt sind, ins Auge.

Die Tentakelrinnen der Scheibe und die ihr anliegenden Organe.

Bekanntlich setzen sich die Tentakelrinnen der Arme fort in die fünf vom Mundrande ausstrahlenden Tentakelrinnen der Scheibe und es ist der Uebergang ein solcher, dass, wie schon aus unserer obigen allgemeinen Betrachtung erhellt, weder die Rinnen selbst, noch die ihr unmittelbar anliegenden Theile, Nerv, Nervengefäss und Wassergefäss, eine wesentliche Aenderung in ihrem Verhalten erfahren. Noch deutlicher wird Dieses durch den Vergleich des ventralen Theiles eines Armquerschnittes (Fig. 5) mit einem Querschnitte durch eine Tentakelfurche der Scheibe (Fig. 54). Die Uebereinstimmung in allen wesentlichen Theilen ist eine so grosse, dass eine weitschweifige Erörterung überflüssig sein dürfte.

Teuscher behauptet (Nr. 37, p. 258), dass die Tentakel auf der Scheibe ganz fehlen und an ihrer Stelle die Saumläppchen der Rinne stärker entwickelt sind und die Abzweigungen des Wassergefässes in ihrem Innern enthalten. Das thatsächliche Verhältniss ist hier von Teuscher vollständig verkannt worden. Die Tentakel fehlen den Rinnen der Scheibe durchaus nicht, sind aber allerdings kürzer als an den Armen und Pinnulae, auch findet von dem proximalen Ende einer jeden Arm-

1) Um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, verzichte ich auf eine historische Einleitung zu der Anatomie der Scheibe, werde mich aber bemühen, bei den betreffenden Puncten die vorhandenen Angaben anderer Forscher sorgfältig zu citiren und, soweit die Sache es erheischt, zu besprechen. Wichtig für die Anatomie der Weichtheile der Scheibe sind insbesondere die Arbeiten von W. B. Carpenter (Nr. 5), Greeff (Nr. 12, Nr. 13) und Teuscher (Nr. 37); meine eigenen Beobachtungen wurden fast gleichzeitig mit Greeff's und vor Teuscher's Publication bereits im Auszuge mitgetheilt (Nr. 23).

rinne an bis zum Mundrande ein allmäliger Schwund der Dreitheilung der Seitenzweige des Wassergefässes statt, so dass in der Nähe des Mundes aus jedem Seitenzweige des Wassergefässes nur ein einziger Tentakel seinen Hohlraum erhält. Aber auch die Seitenläppchen der Armrinnen sind an den Tentakelrinnen der Scheibe vorhanden. Sie sind allerdings nicht so stark entwickelt wie an den Armen, sondern erheben sich nur unbedeutend in einer niedrigen Wellenlinie über den Rand der die Tentakelrinnen seitlich begrenzenden Hautleiste; sie sind eben hier wie an den Armen nichts Anderes als Ausbuchtungen des die Tentakelrinnen nach rechts und links abschliessenden und mit der Basis der nach innen von ihm gelegenen Tentakel zusammenhängenden Hautsaumes. An jeder Flächenansicht einer Tentakelrinne der Scheibe kann man sich von dem Gesagten leicht überzeugen. Es findet sich in den anatomischen Verhältnissen, welche hier in Betracht kommen, auch nicht das Mindeste, was die von Teuscher vertretene Auffassung, wonach die Tentakel der Arme und die Tentakel der Scheibe als morphologisch verschiedene Gebilde in Gegensatz gestellt werden müssten, rechtfertigte [1].

Das Peristom.

Unter diesem Namen verstehen wir die nächste Umgebung der Mundöffnung mit den dort befindlichen Theilen. Die kreisförmige Mundöffnung, um welche die radiären Tentakelrinnen zu einer Kreisrinne, welche peripherisch von den Mundtentakeln überragt ist, zusammenfliessen, bedarf keiner näheren Schilderung. Gegen das Lumen des Schlunddarms springt die Umrandung des Mundes in Gestalt einer Kreislippe vor. Die Organe, welchen wir in dem Peristom begegnen, haben wir oben schon in ihren allgemeinen Lageverhältnissen kennen gelernt (vergl. Fig. 74). Ihre genauere Anatomie aber ist an dieser Stelle darzulegen. Zu diesem Behufe ist in Fig. 39 ein interradiärer Schnitt durch das Peristom und dessen nächste Umgebung von Antedon rosaceus abgebildet.

Als Auskleidung der Mundumrandung sowie des Mundeingangs findet sich ein hohes Epithel, dessen Structur übereinstimmt mit derjenigen des Epithels der Tentakelrinnen. Das Epithel des Mundeingangs setzt sich weiterhin fort in das Darmepithel. In einer begrenzten Aus-

1) Nicht unerwähnt möge sein, dass sich in der Literatur bereits eine Abbildung eines Querschnittes durch eine Tentakelrinne der Scheibe vorfindet. Dieselbe rührt von Grimm her (Nr. 14, Fig. 8). Sie stimmt mit meinen Befunden nicht ganz überein; die beigegebene Beschreibung macht bei ihrer Dürftigkeit ein näheres kritisches Eingehen kaum möglich.

dehnung treffen wir unmittelbar unter dem Epithel der Mundumrandung den Querschnitt des Nervenringes, welcher den Mund umgiebt. Auch seine Structur gleicht vollständig derjenigen der radiären Nerven, die wir ja in dem Abschnitte über die Anatomie der Arme ausführlich betrachtet haben. Die Nervenfasern (vergl. auch Fig. 44) verlaufen ringförmig um den Mund und beherbergen zwischen sich ebenso wie in den Radiärnerven kleine Kerne (Zellen?) mit Kernkörperchen. Ueber die die Nervenfaserlage durchziehenden feinen Stränge verweise ich gleichfalls auf das bei Beschreibung der Radiärnerven Gesagte; die Lage und Richtung derselben erhellt aus der Abbildung. Der Nervenring hat im Ganzen ebenso wie die Radiärnerven die Gestalt eines glatten Bandes.

Unter dem Nervenring, nur durch eine dünne Bindegewebslage von ihm geschieden, liegt der Blutgefässring, in welchen die Nervengefässe der Tentakelrinnen einmünden und auf diesen folgt der Wassergefässring. Letzterer ist auf dem Querschnitte nicht rund, sondern in dorsoventraler Richtung abgeplattet. Den nach dem Lumen der Mundöffnung schauenden Rand desselben nennen wir den inneren, den entgegengesetzt gerichteten den äusseren oder peripherischen. An dem inneren Rande nun giebt der Wassergefässring nebeneinander sich erhebende Aeste ab, von welchen ein jeder weiterhin zum Hohlraum eines Mundtentakels wird. Die Letzteren unterscheiden sich von den Tentakeln der Arme und Pinnulae durch den Mangel der Papillen — wenigstens fand ich deren niemals an meinen Präparaten; ferner sind sie niemals wie jene zu je dreien zu einer Gruppe vereinigt, ein Verhältniss, zu welchem, wie schon erwähnt, die Tentakel der Rinnen der Scheibe allmälig überleiten. Im Uebrigen ist ihre Structur ganz die gleiche. Der Wassergefässring besitzt in seiner Wandung, ebenso wie auch die Mundtentakel, einzig und allein Längsmuskelfasern (Fig. 43 *M'* und Fig. 44). Sein Lumen ist von denselben Muskelfäden durchzogen, welchen ich bei dem radiären Wassergefäss eine ausführliche Besprechung gewidmet habe. Dieselben ziehen wie dort von der dorsalen Wand hinüber zu der ventralen (vergl. auch Fig. 43). Auch das innere Epithel bedarf keiner weiteren Worte.

Bevor ich mich nunmehr zur Beschreibung der Canäle wende, welche Flüssigkeit in den Wassergefässring und somit in das Wassergefässsystem überhaupt hineinleiten, müssen wir noch einmal zurückkommen auf den vorhin schon flüchtig berührten Blutgefässring. Derselbe liegt dem Wassergefässring dicht an und es ist seine Verbindung mit demselben eine festere als mit der dünnen Bindegewebslage, welche ihn von dem Nervenringe trennt. Da sich nun der Wassergefässring,

indem er sich dorsoventral abflacht, mit seiner breiten Fläche nicht parallel zu dem Nervenringe lagert, so folgt der Blutgefässring dem Ersteren und entfernt sich dadurch von dem Nervenringe. Dicht über dem Ursprung eines Mundtentakels sehen wir allerdings Nerv, Blutgefäss und Wassergefäss noch ebenso unmittelbar übereinander gelagert wie in den Tentakelrinnen der Arme, aber nur wenig weiter nach unten (dorsalwärts vergl. Fig. 39) geben Wassergefässring und Blutgefässring die Anlagerung an den Nervenring auf und biegen sich so um, dass sie mit ihren breiten Flächen horizontal zu liegen kommen. Die Folge davon ist, dass die dorsale Wand des Blutgefässringes frei in die Maschen der Leibeshöhle hineinsieht und sich hier zahlreiche Aussackungen in Gestalt kürzerer und längerer, frei in die Leibeshöhle herabhängender Schläuche entwickeln können. Die kürzeren unter denselben sind sicherlich blind geschlossen, ob aber auch die längeren, selbst wieder mit zahlreichen Aussackungen versehenen Schläuche (Fig. 39 *B'*) blind geschlossen sind, konnte ich nicht mit aller Sicherheit entscheiden; möglich ist, dass sie mit dem dorsalen Organ sich verbinden. Der Bau dieser Schläuche ist wesentlich derselbe, wie wir ihn später von den Blutgefässen kennen lernen werden.

Wie schon angedeutet steht das Lumen des Wassergefässringes in Verbindung mit Canälen, welche als Zuleitungsorgane der Flüssigkeit in das Wassergefässsystem fungiren. Diese Canäle hängen in grosser Anzahl von dem äusseren, peripherischen Rande des Wassergefässringes in die Leibeshöhle. Ihre Lage- und Grössenverhältnisse sind in der Fig. 39 anschaulich gemacht. Innen sind sie ausgekleidet mit einem bei Antedon rosaceus 0,0045 Mm. hohen Cylinderepithel, an welchem ich Wimpern nicht mit Bestimmtheit wahrnahm. Das Lumen der Canäle hatte bei 0,021 Mm. Gesammtdicke derselben einen Durchmesser von circa 0,013 Mm. Aeusserlich werden die Canäle von einem ganz niedrigen Zellenüberzug umhüllt (Fig. 40, 41). Im Innern erblickt man häufig kleine körnige Massen, die sich wie ein Gerinnsel ausnehmen. An dem in die Maschenräume der Leibeshöhle herabhängenden Ende sind die Canäle gewöhnlich erst ein klein wenig erweitert, um dann mit einer gleichfalls unbedeutenden, die Canalöffnung tragenden Verengerung ihren Abschluss zu finden. Das kurze Endstück ist zugleich so gebogen, dass die Oeffnung in Bezug auf die Längsrichtung des Canals nichtt erminal, sondern seitlich zu liegen kommt. Meist hängen die Canäle ohne jegliche andere Befestigung als ihre Ansatzstelle an den Wassergefässring frei in die Leibeshöhle. In anderen Fällen aber schliesst sich an das eigentliche, die Oeffnung tragende Ende des Canals ein zipfelförmiger Fortsatz an, welcher von der äusse-

ren Hülle des Canals ausgeht und gebildet wird und durch seine schliessliche Vereinigung mit einem der Bindegewebszüge, welche die Leibeshöhle durchziehen, zu einem Befestigungsmittel, einer Art Halteband des Canals wird. (Vergl. Fig. 39, den unteren der dort gezeichneten beiden Canäle, sowie Fig. 40.) Die beschriebenen Canäle finden sich ringsum an dem Wassergefässring in sehr grosser Zahl, so zählte ich mehrere Male bei Antedon rosaceus in einem Interradius deren mindestens dreissig. Bei Antedon Eschrichtii stehen sie noch dichter nebeneinander. Sie dienen offenbar dazu Flüssigkeit aus der Leibeshöhle hinüberzuleiten in das Wassergefässsystem. Bei den übrigen Echinodermen nennt man die Zuleitungscanäle des Wassergefässsystems allgemein Steincanäle, da ihre Wand meist mit ansehnlichen Mengen von Kalkkörpern versehen ist. Da nun aber hier derartige Verkalkungen in der Wand der Canäle sich nicht finden, dürfte für sie der Namen Steincanäle nicht recht zutreffend erscheinen. Immerhin möge einstweilen an diesem Namen auch hier festgehalten werden.

In jüngster Zeit sind auch von anderen Forschern Mittheilungen über die so eben geschilderten Organe der Mundumgebung gemacht worden. Was zunächst den Nervenring betrifft, so erwähnt auch Greeff (Nr. 12, p. 21) einen solchen, der aber nicht mit dem von mir beschriebenen identisch sein dürfte; denn soweit sich aus seinen kurzen Angaben schliessen lässt, betrachtet er entsprechend seiner Auffassung des Radiärnerven (vergl. oben: Anatomie der Arme) die dicke Epithellage des Mundrandes, nicht aber eine unmittelbar darunter gelegene Faserschicht, als Nervenring. Den Blutgefässring aber hat Greeff richtig erkannt (Nr. 12, p. 27); die anhängenden Aussackungen hingegen sind ihm entgangen. Der Wassergefässring und die daraus entspringenden zahlreichen Steincanäle wurden, nachdem ich zuerst[1]) ihre Existenz bestimmt nachgewiesen, von Greeff gleichfalls in Kürze beschrieben. Bemerkenswerth ist, dass Greeff eine innere Wimperung in den Steincanälen beobachtete, bezüglich deren meine Untersuchung der Spiritusexemplare zu einem negativen Ergebniss geführt hat. Diese Beobachtung Greeff's zeigt, dass wenigstens in einem Theile des Wassergefässsystems der Crinoideen, in den Zuleitungsröhren, sich ein Wimperepithel findet, wodurch der bei der Besprechung des radiären Wassergefässes erwähnte Gegensatz zu den übrigen Echinodermen, bei welchen Wimperung im

1) Um Prioritätsstreitigkeiten, die für die Sache schliesslich gleichgültig sind, hier nicht unnützer Weise zu wiederholen, unterlasse ich es auf Greeff's Bemerkung, der Wassergefässring (nicht aber die Steincanäle) sei bereits vor meiner Mittheilung durch Perrier bekannt gewesen, nochmals einzugehen und verweise auf das bereits an einem anderen Orte von mir Geäusserte (Nr. 23, p. 7).

Wassergefässsystem allgemein vorkommt, noch mehr an Gewicht verliert als bereits dort angedeutet wurde. Auch die Muskelfäden im Wassergefässringe wurden von GREEFF beobachtet. Ueber die Oeffnungen der Steincanäle ist er zweifelhaft geblieben, das Ende derselben schien ihm abgerundet oder zugespitzt zu sein. Letzteres Bild — zugespitztes Ende — erhält man bei denjenigen Canälen, welche mit einem zipfelförmigen Fortsatz ihrer äusseren Hülle in der Leibeshöhle festgelegt sind. Die Mehrzahl aber besitzt ein abgerundetes Ende. Dass die Oeffnung nicht terminal, sondern seitlich am Ende der Canäle sich findet, trägt vielleicht die Schuld, dass GREEFF über ihr Vorhandensein in Ungewissheit blieb. Er hebt hervor, dass von der Leibeshöhle aus eine Injection der Canäle bei lebenden Thieren nie möglich gewesen sei. Das beweist jedoch keineswegs gegen die Existenz der Oeffnungen, denn es ist leicht denkbar, ja sogar wahrscheinlich, dass die Oeffnungen im Leben des Thieres sich zu schliessen und zu öffnen vermögen, also auch im Stande sind einer andringenden Injectionsflüssigkeit durch ihre Schliessung den Eintritt zu verwehren; auch noch auf andere Weise lässt sich das Nichtgelingen der Injection erklären.

W. B. CARPENTER hat die Steincanäle gesehen, ist aber über ihre Bedeutung in gänzlicher Unklarheit geblieben, da er den Wassergefässring des erwachsenen Antedon nicht richtig erkannte, sondern den die Mundlippe erfüllenden, von zahlreichen Gewebszügen durchsetzten Theil der Leibeshöhle dafür ansah (Nr. 5, p. 214). In Folge dessen verlegt er die Steincanäle, die er für blindgeschlossen hält (er nennt sie caecal tubuli), ins Innere des Wassergefässringes. An einer anderen Stelle sieht er Speichelorgane in ihnen (Nr. 5, p. 224), welche sich in den Munddarm öffnen sollen.

Zu TEUSCHER's Abbildung und Beschreibung eines Schnittes durch den Mundrand (Nr. 37, Taf. VII, Fig. 10) habe ich nur zu bemerken, dass (vergl. meine Abbildung Fig. 39) die Mundtentakel nicht am äusseren, sondern am inneren Rande des Wassergefässringes sich erheben, dass die Steincanäle nicht in Büscheln vereint, sondern nebeneinander aus dem Wassergefässring entstehen, dass dieselben ferner nicht geschlossen sondern offen sind, dass endlich die Muskelfäden im Wassergefässring gänzlich von ihm übersehen wurden.

Der Darmcanal.

Ueber den Verlauf des Darmcanals habe ich dem schon durch JOH. MÜLLER (Nr. 26) und W. B. CARPENTER (Nr. 5) Bekannten nichts Neues von Belang hinzuzufügen. Ihre Angaben (vgl. auch die älteren An-

gaben von HEUSINGER Nr. 15) lassen sich in Folgendem zusammenfassen. Der Mund führt in schiefer Richtung in das in dem analen Interradius gelegene Anfangsstück des Darms (Oesophagus). An dieses schliesst sich mit einem kleinen Blindsack beginnend der weitere Haupttheil des Darms (Mitteldarm), welcher, sich nach rechts (von der Ventralseite aus gesehen) biegend, nach einer vollständigen Windung um die Achse der Scheibe wieder in den analen Interradius zurückkehrt um dort durch den sich über die Ventralfläche der Scheibe erhebenden Analtubus (Enddarm) nach aussen zu münden (vergl. die Abbildungen bei JOH. MÜLLER und W. B. CARPENTER). An der innern Seite seiner Windung giebt der Magendarm zahlreiche nach der Achse der Scheibe gerichtete Ausstülpungen ab, welchen W. B. CARPENTER (Nr. 5, p. 216) die Function einer Drüse (Leber) zuzusprechen geneigt ist [1]).

Das Darmepithel unterscheidet sich nicht sonderlich von dem des Mundeingangs; es ist aus denselben lang ausgezogenen Spindelzellen, die seine ganze Dicke durchziehen, zusammengesetzt. An manchen Stellen konnte ich in meinen Präparaten die feinen Cilien, deren W. B. CARPENTER (Nr. 5, p. 216) zuerst Erwähnung gethan hat, deutlich wahrnehmen. Ob der ganze Darm oder nur einzelne Abschnitte Wimperung besitzen, vermag ich indessen nicht genau anzugeben.

In dem Analtubus (Fig. 51) bildet die Darmhaut bekanntlich kräftige innere Längsfalten, auf welchen schon JOH. MÜLLER (Nr. 26, p. 233) eine Wimperung beobachtete. Da sich dieselben bis in die Analöffnung fortsetzen, bewirken sie den gekerbten Rand der letzteren. Im lebenden Thiere ist »die Afterröhre beständig thätig, erneuert man das Wasser nicht, so fängt das Thier an, den After immer weiter zu öffnen und endlich vor dem Tode stülpt es die Afterröhre ganz um« (Nr. 15, p. 372). Aus diesen Beobachtungen schloss schon HEUSINGER mit Recht, dass hier eine Afterathmung stattfinde, welcher Ansicht sich JOH. MÜLLER (Nr. 26, p. 233) anschloss. In der Wandung des Afterdarmes findet sich eine kräftige Ringmuskulatur (Fig. 51).

Die kugeligen Körper.

Schon bei der Anatomie der Arme erwähnte ich der kugeligen Körper, welche sich rechts und links von der Tentakelrinne in den

1) In dem Uebersichtsbilde Fig. 74 sind dieselben nicht angedeutet um das Bild nicht zu sehr zu compliciren. Sie sind schon JOH. MÜLLER bekannt gewesen und nicht erst von TEUSCHER (Nr. 37, p. 259), wie dieser zu glauben scheint, aufgefunden worden. Jener sagt: »An der inneren Seite des Darmes befinden sich viele Vertiefungen gegen die mittlere spongiöse Masse«. (Nr. 26, p. 232.)

Armen und Pinnulae finden. Dieselben sind, wie aus der dort mitgetheilten Stelle HEUSINGER's hervorgeht, seit langer Zeit bekannt, über ihre Natur und Bedeutung vermögen wir aber auch heute noch nicht viel Sicheres anzugeben. Sie finden sich nicht nur in den Armen und Pinnulae sondern auch neben den Tentakelrinnen der Scheibe und dem Peristom, also entlang dem ganzen Verbreitungsbezirke des Wassergefässsystems. Aber auch in der Darmwand begegnen wir ihnen, sowohl in dem Munddarm als in dem Mitteldarm und Afterdarm. Ueberall zeigen sie dieselbe Structur. Sie repräsentiren sich stets als kugelrunde oder ovale, in den Spiritusexemplaren gelbbraune, in dem lebenden Thiere röthliche Körper von verschiedener Grösse (die Dimensionen erhellen aus den Abbildungen). Sie liegen in dem Bindegewebe der Körper- oder Darmwand und bestehen aus einer wahrscheinlich dem Bindegewebe angehörenden Kapselmembran und dem davon umschlossenen Kapselinhalt. Letzterer allein ist in der angegebenen Weise gefärbt. PERRIER (Nr. 30, p. 67), der sie am lebenden Thiere untersuchte, macht folgende Angaben. Die corps sphériques (so nennt er sie) besitzen in ihrer Kapselmembran Kernanschwellungen. Der Inhalt wird mit grosser Leichtigkeit nach aussen entleert, durch Färbemittel wird er sehr schnell tingirt — dennoch gelang es nicht eine präformirte Oeffnung der Kapseln nach aussen wahrzunehmen. Der Inhalt besteht, wie ich bestätigen kann, aus einer Anzahl birnförmiger Gebilde, deren jedes sich in einen feinen schwanzähnlichen, hyalinen Anhang verlängert. Das birnförmige Gebilde selbst bildet ein kleines Säckchen, welches in seinem Innern eine verschiedene Zahl kleiner stark glänzender Kügelchen beherbergt (Nr. 30, Pl. II. Fig. 7). Er ist der Meinung, dass die »corps sphériques« vielleicht Excretionsorgane seien. Mit Recht weist er die Vermuthung W. THOMSON's (Nr. 38), es seien kalkbereitende Organe (»calcareous glands«), zurück und mit nicht weniger Recht wird man sich auch gegen die neuerdings von W. B. CARPENTER geäusserte Meinung (Nr. 5, p. 227), es seien vielleicht Sinnesorgane, ablehnend verhalten. Das von mir aufgefundene Vorkommen der kugeligen Körper in der Darmwand beweist schon allein die Unhaltbarkeit jener Vermuthung W. B. CARPENTER's. Zur sicheren Feststellung der Function der in Rede stehenden Gebilde sind darauf gerichtete Untersuchungen des lebenden Thieres unerlässlich. Soweit sich aber schon jetzt das Resultat derselben voraussehen lässt, wird die PERRIER'sche Auffassung derselben als Excretionsorgane sich als die richtige erweisen, denn in diesem Sinne sprechen schon die älteren an lebenden Thieren angestellten Beobachtungen DUJARDIN's und HEUSINGER's. Jener nennt sie »vésicules rouges, sécrétant une liqueur rouge abondante, surtout à

l'époque du développement des oeufs« (Nr. 6a, p. 268) und dieser bemerkt zu einer Stelle eines Aufsatzes von F. S. Leuckart (Nr. 18a, p. 380), wo Letzterer angiebt, dass mitunter sich lebende Exemplare finden, welche weniger roth oder selbst ganz weiss sind (was sich durch Entleerung der kugeligen Körper erklärt): »Ich bemerkte dieselbe Farbenverschiedenheit, doch bemerkte ich auch, dass die dunkelrothen immer heller wurden, wenn ihr Leben abnahm. Lässt man mehrere in Wasser oder Weingeist sterben, so werden Wasser und Weingeist ganz dunkelroth. Die Thiere selbst aber entfärbt«. Von Interesse wäre es der Frage nachzugehen, ob bei anderen Echinodermen ähnliche Gebilde in der Nachbarschaft der Wassergefässe oder des Darmes vorkommen [1]).

Die Leibeshöhle und der Eingeweidesack.

Die Leibeshöhle ist derjenige Raum, welcher sich zwischen Darm und Körperwand befindet. Derselbe wird von zahlreichen Bindegewebssträngen durchzogen [2]) und so zum grössten Theil in ein Maschensystem miteinander communicirender Hohlräume verwandelt. Ganz frei von diesen bindegewebigen Zügen bleibt ein centraler Abschnitt der Leibeshöhle, welcher zwischen der Windung des Darmes aufsteigt. Da derselbe anfänglich ziemlich genau in der Achse der Scheibe gelegen ist und erst weiter oben durch den Munddarm etwas zur Seite gedrängt wird, so nenne ich ihn die axiale Leibeshöhle. In der Nähe des Peristomes theilt sich die axiale Leibeshöhle in fünf Zweige, welche unter den Tentakelrinnen hinziehen und dort sowie weiterhin in den Armen und Pinnulae die uns bekannten Ventralcanäle bilden. Solange die Ventralcanäle unter den Tentakelrinnen der Scheibe verlaufen, bleiben sie gleich der axialen Leibeshöhle frei von durchziehenden Bindegewebssträngen; in den Armen und Pinnulae finden wir sie (vergl. die Anatomie der Arme) sehr häufig von derartigen Bildungen (Septalsträngen) durchsetzt. Die axiale Leibeshöhle ist, soweit sie im Centrum der Darmwindung aufsteigt, seitlich rings geschlossen; nur an ihrem dorsalen Ende steht sie mit den Maschenräumen der übrigen Leibeshöhle in Zu-

1) Ueber die Entstehungsgeschichte der kugeligen Körper finden sich einige Beobachtungen bei Perrier (Nr. 30, p. 86. Pl. IV, Fig. 22) und Teuscher (Nr. 37, p. 258) die aber noch zu unvollständig sind, als dass sich mit ihrer Hülfe ein Verständniss jener Gebilde ermöglichte.

2) In der Umgebung des Munddarms finden sich in der Leibeshöhle auch Faserbündel, die ich für muskulös halte. Ihre Gestalt und Lage erhellt aus Fig. 39 *m*.

sammenhang. Letztere zerfällt selbst wieder in zwei Abschnitte. Es bildet nämlich das sie durchziehende Bindegewebe einen mit Ausnahme zweier, gleich zu erwähnender Stellen vollständig geschlossenen Sack, welcher die Darmwindung umgiebt und deshalb Eingeweidesack genannt wird. Durch diese sackförmige Membran (Fig. 74) wird die Leibeshöhle in einen nach innen und einen nach aussen von jener gelegenen Abschnitt zerlegt. Ersterer umgiebt unmittelbar die Darmwindung, ist um und zwischen dieselbe gelagert, ich nenne ihn deshalb die intervisccrale Leibeshöhle im Gegensatz zu jenem zweiten von ihr durch den Eingeweidesack getrennten Theil, der als die circumvisccrale Leibeshöhle unterschieden werden mag. Ich erwähnte vorhin, dass der Eingeweidesack an zwei Stellen nicht geschlossen ist. Diese beiden Stellen sind die folgenden. Erstens wird der Eingeweidesack durchbrochen in der nächsten Umgebung des Mundeinganges; dort steht die circumviscerale Leibeshöhle mit der intervisceralen in Verbindung. Zweitens ist der Eingeweidesack in dem Boden des Kelches geöffnet; hier stehen nicht nur wie am Peristom der interviscerale und der circumviscerale, sondern auch der axiale Abschnitt der Leibeshöhle miteinander in offenem Zusammenhang und gehen alle drei über in die gleichfalls zur Leibeshöhle gehörenden Maschenräume, welche zwischen den ersten Radialien gelegen sind und sich mit fünf radiären und fünf interradiären blindgeschlossenen Fortsetzungen in die Kalkstücke des Kelches verlängern. In jene dorsalen Maschenräume münden auch die Dorsalcanäle der Arme. Die obere (ventrale) Decke der Dorsalcanäle besitzt in der Scheibe in ähnlicher Weise wie in den Armen häufig Durchbrechungen, vermittelst deren die Dorsalcanäle mit der zunächst darüber gelegenen circumvisceralen Leibeshöhle in Verbindung stehen. Es ist demnach hinsichtlich der Leibeshöhle der Antedonarten zweierlei festzuhalten: erstens, dass die Leibeshöhle durch starke Entwicklung bindegewebiger Bildungen (Stränge, Membranen) zwar in drei im Allgemeinen von einander getrennte Abtheilungen zerlegt wird, dass aber dennoch diese drei Abtheilungen an bestimmten Stellen in offenem Zusammenhange stehen; zweitens, dass die Leibeshöhle sich fortsetzt in die Arme.

Aehnlich wie der zwischen den ersten Radialien befindliche Abschnitt der Leibeshöhle sind auch inter- und circumviscerale Leibeshöhle von zahlreichen, sich häufig kreuzenden und miteinander verbindenden Bindegewebssträngen erfüllt. In der circumvisceralen Leibeshöhle gehen diese Stränge von der Aussenfläche des Eingeweidesackes zur Innenfläche der Körperwand. In der intervisceralen Leibeshöhle gehen sie theils von der Aussenfläche des Darms zur Innenfläche des Einge-

weidesackes, theils von einem Darmstück zu einem andern, theils von dem Darm zur seitlichen Wandung der axialen Leibeshöhle[1]). Die Bindegewebsstränge der Leibeshöhle sind häufig mit Kalkkörpern versehen, von welchen später die Rede sein wird. Besonders reich an Kalkkörpern ist der Eingeweidesack (was ich auch in dem Durchschnitt der Scheibe (Fig. 74), durch schwarze Striche in der Wand des Eingeweidesackes anzudeuten versucht habe). Die Bindegewebsstränge, welche den zwischen den ersten Radialien gelegenen Theil der Leibeshöhle erfüllen, sind zum Theil vollständig zu einem Kalknetze umgewandelt. Ausgekleidet sind die Räume der Leibeshöhle von einem deutlichen Epithelbelag (Fig. 53).

Meine Auffassung der Leibeshöhle stimmt im Allgemeinen überein mit derjenigen von Greeff (Nr. 12). Teuscher (Nr. 37) aber vertritt eine ganz andere Auffassung. Er nennt Leibeshöhle einzig und allein denjenigen Theil der Scheibenhohlräume, den wir oben als circumviscerale Leibeshöhle kennen lernten (»perivisceral cavity« W. B. Carpenter). Die anderen Räume, also die axiale, die interviscerale Leibeshöhle und die zwischen den ersten Radialien gelegenen gleichfalls zur Leibeshöhle gehörigen Maschenräume fasst er als ein Gefässsystem auf, dessen Centralorgan das gekammerte Organ im Centrodorsale sei. In Consequenz dieser Anschauung bezeichnet er die von jenen Räumen sich ableitenden Canäle der Arme als Gefässe; den Dorsalcanal nennt er wegen seiner Lage zwischen den Muskelgruppen der Armglieder das Muskelgefäss, die beiden unvollständig getrennten Hälften des Ventralcanals die Seitengefässe. Gegen Teuscher's Ansicht spricht zunächst, dass seine Leibeshöhle (circumviscerale Leibeshöhle) in der ventralen und dorsalen Durchbrechung des Eingeweidesackes mit seinem Gefässsystem in Zusammenhang steht. Dann aber hat Teuscher die wahren Blutgefässe der Scheibe, welche wir nachher kennen lernen werden, gar nicht erkannt; dieselben verlaufen aber zum grossen Theile in den Maschenräumen der intervisceralen Leibeshöhle, also im Innern des Teuscher'schen Gefässsystemes.

W. B. Carpenter betrachtet zwischen Teuscher's Auffassung und der von Greeff und mir vertretenen gewissermassen die Mitte haltend

1) In diesem letzterwähnten Bezirke, zwischen axialer Leibeshöhle und Innenseite der Darmwindung ist die interviscerale Leibeshöhle durch die starke Entwicklung der überdies Kalkkörper führenden Bindegewebszüge zu einer schwammigen Masse geworden, um welche sich der Darm lagert. Joh. Müller unterschied dieselbe als spongiöse Spindel (Nr. 26, p. 231). Da sie aber, wie aus obiger Darstellung erhellt, durchaus nicht als ein besonderes Organ unterschieden werden kann, so ist es am besten, auch von einer besonderen Benennung gänzlich abzusehen.

die axiale und die circumviscerale Leibeshöhle als echte Leibeshöhle, die interviscerale hingegen als eine besondere Bildung, die er von der Leibeshöhle unterscheidet. Er erblickt in dem Eingeweidesack die eigentliche Aussenwand des Darmes und folglich in den nach innen von demselben gelegenen Maschenräumen Bildungen, die sich im Innern der Darmwand zwischen der Aussenschicht und Innenschicht befinden und nennt deshalb die interviscerale Leibeshöhle »intramural space« (Nr. 5, p. 216). CARPENTER's Ansicht vermag ich ebenso wenig beizupflichten, wie derjenigen TEUSCHER's, denn mit dem Nachweis des offenen Zusammenhanges der intervisceralen Räume mit den auch von CARPENTER als Leibeshöhle betrachteten, ist jeder Grund, sie als ein besonderes Hohlraumsystem zu unterscheiden, beseitigt.

Die Kelchporen.

Die Haut der Kelchdecke ist in den zwischen den Ambulacralrinnen gelegenen Bezirken, also in den interbrachialen und interpalmaren Feldern von zahlreichen Oeffnungen durchbohrt, welche bei Betrachtung ausgeschnittener Stückchen der Kelchdecke schon bei geringer Vergrösserung leicht aufzufinden sind. Sie sind auf die ventrale Seite der Kelchdecke beschränkt, niemals treten sie auf die dorsalen Perisomabschnitte, welche die Radialia mit einander verbinden, über. Sowohl in den Interpalmarfeldern als in den Interbrachialfeldern sind sie meist ganz unregelmässig vertheilt, in manchen Fällen aber findet man sie auf jedem Felde in einem nach der Peripherie der Scheibe hin concaven Bogen dicht zusammengedrängt und nur wenige von ihnen nehmen ihre Lagerung isolirt ausserhalb jenes Bogens. Die Figuren 45 und 46 stellen den zuletzt erwähnten Fall der Vertheilung der Oeffnungen dar. Die Oeffnungen sind in diesen beiden Abbildungen entsprechend der sehr geringen Vergrösserung durch kleine Kreise angedeutet. In beiden Figuren sind die Ambulacralrinnen, welche die mit den Oeffnungen besetzten Felder seitlich und oralwärts begrenzen, durch dunklere Streifen bezeichnet. Fig. 45 stellt ein Interbrachialfeld, Fig. 46 ein Interpalmarfeld dar. In beiden Abbildungen tritt zunächst die Anordnung der Oeffnungen in der schon erwähnten Bogenlinie deutlich hervor. Ausserdem bemerkt man, dass die Oeffnungen sich nach der Peripherie der Scheibe hin (in den Abbildungen also nach links) eine kleine Strecke weit dicht neben den Tentakelrinnen hinziehen. Letzteres Verhalten verdient Beachtung zur Erklärung der seltenen Fälle, in welchen, wie wir später sehen werden, die Oeffnungen sich bis auf den untersten Abschnitt der Arme erstrecken. Was die Zahl der Oeffnungen der Kelchdecke angeht, so zählte ich bei Antedon rosaceus in einem Interbrachialfelde 80—100,

in einem Interpalmarfelde circa 200. Die ganze Kelchdecke besitzt also in diesem Falle 5 × 200 + 5 × 100 = 1500 Stück jener Oeffnungen. Ganz bestimmt ist ihre Anzahl nicht und genaue Zählungen bei verschiedenen Arten, zu denen mir das Material fehlte, werden voraussichtlich das Resultat ergeben, dass ihre Zahl sehr variabel bei den verschiedenen Arten und selbst Individuen ist, sich aber dennoch innerhalb mehr oder weniger ausgedehnter Grenzen bewegt. Auch das Alter der betreffenden Individuen kommt hier in Betracht, denn es ist durch Perrier bekannt geworden, dass die Zahl der Oeffnungen mit dem Alter des Thieres zunimmt. Bei ganz jungen Thieren beobachtete derselbe in jedem Sector der Scheibe (also in jedem Interpalmarfeld) nur eine einzige Oeffnung; wie sich bei jungen Thieren die Oeffnungen in den Interbrachialfeldern verhalten, ist indessen noch unbekannt, ebenso wie die Art und Weise, in welcher die erste Oeffnung, sowie die zahlreichen späteren eines jeden Feldes ihre Entstehung nehmen. Perrier giebt ferner die Zahl der Oeffnungen in jedem Interpalmarfelde des erwachsenen Thieres auf etwa 20 an, eine Zahl, die nach meinen Beobachtungen viel zu niedrig gegriffen ist.

An derselben Stelle seiner Abhandlung behauptet der genannte Forscher, die Oeffnungen führten in Blindsäckchen und wirft die Frage auf, ob diese Blindsäckchen wohl besondere Sinnesorgane seien? Von einer Bejahung dieser Frage kann aber gar nicht die Rede sein, denn die Oeffnungen führen nicht, wie Perrier irrthümlich behauptet, in Blindsäckchen, sondern in Canäle, welche die Körperwand durchsetzen und in die Leibeshöhle münden (Fig. 39). Zunächst schliesst sich an jede Oeffnung ein kurzer, gleich weiter Canal, welcher ebenso wie der Rand der Oeffnung von einem Cylinderepithelium ausgekleidet ist. Nach kurzem Verlaufe erfährt dieser Canal eine kugelige Erweiterung, welche sich in ihrer Structur dadurch von jenem unterscheidet, dass die Cylinderzellen des sie auskleidenden Epithels sehr lange Wimperhaare tragen. An dem inneren (der Leibeshöhle zu gelegenen) Ende der kugeligen Erweiterung wird das Epithel allmälig niedriger, verliert die Wimperhaare und geht endlich über in die ganz niedrige, platte Zellenauskleidung eines Canals, in welchen sich daselbst das Lumen der kugeligen Erweiterung fortsetzt. Dieser Canal verläuft nunmehr bald mehr, bald minder geradlinig durch die Dicke der Körperwandung und mündet endlich in die Leibeshöhle und zwar in den ausserhalb des Eingeweidesackes gelegenen Abschnitt derselben, den ich als circumviscerale Leibeshöhle unterschieden habe. Während gewöhnlich (Fig. 39) sich an eine jede Oeffnung auch ein in die Leibeshöhle führender Canal anschliesst, kommt mitunter der Fall zur Beobachtung,

dass die zu zwei benachbarten Oeffnungen gehörenden Canäle sich, bevor sie in die Leibeshöhle sich öffnen, mit einander zu einem einzigen Canale vereinigen, wie dies Fig. 42 darstellt. Die Anastomose beider Canäle tritt aber in diesen Fällen stets erst nach innen von der kugeligen, wimpernden Erweiterung ein. Wir haben also im Anschluss an die Oeffnungen der Kelchdecke Canalräume kennen gelernt, welche aus zwei Haupttheilen bestehen, erstens einem mit Cylinderepithel ausgekleideten und sich in eine wimpernde Ampulle erweiternden Anfangstücke und zweitens einem von jener Ampulle in die circumviscerale Leibeshöhle führenden, mit sehr plattem Epithel versehenen Endstücke. Ob der von der äusseren Oeffnung bis zur Wimperampulle reichende Theil des Anfangstückes sich auch im Leben ganz ebenso verhält, wie in dem todten Thiere, scheint mir zweifelhaft. Nach einigen Präparaten vermuthe ich, dass im Leben die äussere Oeffnung grösser ist und durch deren Ausweitung jener in meiner Abbildung von der Oeffnung bis zur Wimperampulle reichende Theil etwas verstreicht, sodass die Ampulle selbst näher an die Oberfläche zu liegen kommt.

Wozu dienen nun die beschriebenen Organe? Die Antwort auf diese Frage hat keine Schwierigkeiten, denn es ist offenbar, dass wir hier Communicationsöffnungen der Leibeshöhle mit dem das Thier umgebenden Medium, dem Seewasser, vor uns haben. Insbesondere scheinen diese Organe den Zweck zu haben, die Zufuhr des Seewassers in die Leibeshöhle zu vermitteln, wie aus der Richtung der Wimpern, die man stets nach einwärts gestellt findet, erhellt; W. B. Carpenter (Nr. 5, p. 215) hat das Einwärtsschlagen der Wimpern direct beobachtet. Ob auch ein Austritt von Flüssigkeit aus der Leibeshöhle in die Aussenwelt mit Hülfe dieser Organe stattfinden könne, ist bei der erwähnten Richtung der Wimpern höchst zweifelhaft. Als Zuleitungsorgane des Wassers in die Leibeshöhle fasste auch schon Joh. Müller die in Rede stehenden Organe auf. Er kannte sie allerdings nur von Pentacrinus caput Medusae, woselbst er sie auffand und beschrieb mit den Worten (Nr. 26, p. 225): »Die Knochenplättchen der Ventralseite in den Interpalmarfeldern und Interbrachialfeldern zeigen schon bei geringer Vergrösserung eine Anzahl Poren. Diese Löcherchen, deren Zahl nach der Grösse der Plättchen verschieden ist, kommen nur an der Bauchseite der Scheibe vor und die Skeletplättchen der Interradialhaut des Kelches zeigen keine Spur davon. Auch an den aufgerichteten Kalkplättchen, welche die Tentakelrinne bekleiden, befinden sich nie solche Poren. Durch die capillaren Poren kann das Wasser bis in die Nähe des im Kelch liegenden Eingeweidesackes eindringen«. Näheres über die Structur der Kelchporen (Wasserporen) giebt Joh. Müller nicht, auch hat er sie bei

Antedon nicht bemerkt. Letzteres erklärt sich daraus, dass bei Antedon die Verkalkung der Kelchdecke nicht in dem Maasse fortgeschritten ist, dass es zur Bildung aneinander liegender Kalkplättchen käme, wie bei Pentacrinus. In Folge dessen sind die Kelchporen in dem weichen Perisom der Antedonarten nicht so leicht mit blossem Auge oder auch mit der Loupe zu erkennen, wie bei Pentacrinus, wo sie sogleich als winzige Pünctchen auf den Kalkplättchen sichtbar werden.

Der erste Forscher, welcher bei Antedon die Kelchporen beobachtete, ist Grimm (Nr. 14, p. 6). Derselbe beschreibt bei Antedon rosaceus die äusseren Oeffnungen derselben und hebt ihre bald gruppirte, bald nicht gruppirte Vertheilung hervor. Ferner beobachtete er, dass die von einem Cylinderepithel bekleideten Oeffnungen (die Wimperhaare sah er nicht) in Canäle führen, deren Verlauf er eine Strecke weit verfolgen konnte, ohne zu erkennen, wohin sie schliesslich münden. Hinsichtlich ihrer Function vermuthet er Respirationsorgane in ihnen. Wie schon oben erwähnt, sind auch Perrier (Nr. 30, p. 42) die Kelchporen nicht unbekannt geblieben; er stellt aber ihre Verbindung mit Canälen in Abrede und bleibt so hinter Grimm, dessen Beobachtungen er übrigens nicht zu kennen scheint, zurück. Auch über das Vorhandensein der Wimpern spricht er sich nur unbestimmt aus. Fast gleichzeitig wurden dann die Kelchporen von Antedon rosaceus beschrieben von W. B. Carpenter (Nr. 5, p. 215), Greeff (Nr. 12, p. 24) und mir (Nr. 22, p. 113). Unsere Untersuchungen haben im Gegensatz zu Perrier und in Weiterführung des schon von Joh. Müller und Grimm Beobachteten übereinstimmend gezeigt, dass die Oeffnungen der Kelchdecke in (anfänglich wimpernde, später wimperlose) Canäle führen, welche in den circumvisceralen Abschnitt der Leibeshöhle einmünden. Auch Teuscher (Nr. 37, p. 257) hat die Kelchporen beobachtet, von ihrer Form aber eine ziemlich unzutreffende Schilderung gegeben, wie ein Vergleich seiner Abbildung (Nr. 37, Taf. VII, Fig. 10) mit meiner Figur zeigt. Die Wimpern hat er übersehen. Er lässt die Canäle nach innen in »die Anastomosen der Seitengefässe« einmünden, eine Angabe, die sich erklärt durch seine eigenthümliche Auffassung der Leibeshöhle, auf welche ich an einer anderen Stelle zurückkomme; hier genüge die Bemerkung, dass die Teuscher'schen »Anastomosen der Seitengefässe« zu der circumvisceralen Leibeshöhle gehören.

Die Kelchporen (Wasserporen), die also nicht nur bei Pentacrinus, wie Joh. Müller glaubte, sondern auch bei den mit weicher Kelchdecke versehenen Antedon-Arten und wohl auch, wie wir annehmen dürfen, bei den übrigen lebenden Crinoideen vorkommen, verdienen eine besondere Beachtung. Es ist bekannt, dass die Cystideen sich durch den

Besitz zahlreicher Poren in den nicht ambulacralen Kalkplatten ihres Kelches auszeichnen. Die Bedeutung dieser Poren bei den Cystideen selbst mit Sicherheit zu ermitteln, ist selbstverständlich unmöglich. Anders aber gestaltet sich die Sachlage, wenn man die Crinoideen zur Erklärung jener räthselhaften Poren heranzieht. Schon Joh. Müller hat die von ihm bei Pentacrinus entdeckten Poren des ventralen Perisoms mit den Poren der Cystideen zusammengestellt (Nr. 27, p. 63) und es kann seine Anschauung durch die oben dargelegten neueren Untersuchungen an Festigkeit keine Einbusse erleiden. So sicher nun auch Joh. Müller in der Gleichstellung der Poren der Crinoideen mit denjenigen der Cystideen war, so sind dennoch seine Aeusserungen über die Function derselben sehr unbestimmt. In der oben citirten Stelle (Nr. 26, p. 225) aus seiner Abhandlung über den Bau des Pentacrinus fasst er sie offenbar als Zuleitungsorgane des Wassers in die circumviscerale Leibeshöhle auf. In einer späteren, nicht minder berühmten Abhandlung scheint er in jener Auffassung schwankend geworden zu sein, denn ohne dieselbe auch nur wieder zu erwähnen, sagt er hier (Nr. 27, p. 63): die Bedeutung der Poren »ist unbekannt« und gleich darauf (Nr. 27, p. 66) spricht er von der »durchaus räthselhaften Natur« der Kelchporen. Dass aber die erste, später von ihm selbst nicht weiter betonte Ansicht von der Bedeutung der Kelchporen die richtige ist, wird durch die oben gemachten Angaben über den Bau derselben wohl unzweifelhaft festgestellt. Es kann also auch von einer räthselhaften Natur der Kelchporen der Cystideen nun nicht mehr die Rede sein, denn es wird Niemand bezweifeln, dass wenn diese Poren bei den Crinoideen Zuleitungsorgane des Wassers in einen Abschnitt der Leibeshöhle sind, wir sie auch bei den Cystideen als solche betrachten dürfen. Ein Gegensatz zwischen Cystideen und Crinoideen hinsichtlich der Kelchporen besteht nur in der Art ihrer Vertheilung über den Körper, wie das Joh. Müller (Nr. 27, p. 63 sqq.) schon in eingehender Weise dargelegt hat. Ueberall sind sie zwar ambulacral, aber während sie bei den Cystideen in der Regel nur in dem antiambulacralen Bezirke[1]) des Kelches sich finden, begegnen wir ihnen bei den Crinoideen in den bis jetzt darauf untersuchten Formen nur in den interambulacralen Feldern. Da aber die interambulacralen und die antiambulacralen Felder bei den Crinoideen so wenig wie bei den Cystideen scharf von einander abgegrenzt sind, etwa wie bei manchen Asteriden (Goniodiscus, Astrogonium, Stellaster), sondern vielmehr unmittelbar in einander übergehen,

1) Bei Protocrinus und Glyptosphaerites kommen sie auch zwischen den ambulacralen Rinnen, also interambulacral vor. (Vergl. Joh. Müller l. c.)

so kann in der soeben berührten verschiedenartigen Vertheilung der Kelchporen kein Moment von solchem Werthe erkannt werden, dass sich darauf hin ihre Gleichwerthigkeit bei Crinoideen und Cystideen bestreiten liesse. Das Wesentliche ist vielmehr, dass sie bei beiden Thiergruppen stets anambulacral vorkommen.

Indem ich für manche hier einschlägige Einzelheiten [1]) auf JOH. MÜLLER's Erörterungen verweise, fasse ich das Gesagte noch einmal zusammen. Die zur Zuleitung des Wassers in einen Abschnitt der Leibeshöhle dienenden Kelchporen kommen ausser den Cystideen nicht nur den Pentacrinus-, sondern auch den Antedon- (und höchst wahrscheinlich allen Crinoideen-) Arten zu; sie finden sich stets in den anambulacralen Bezirken des Kelches, sind aber dort bei den Crinoideen, so weit bis jetzt bekannt, auf die Interambulacrala beschränkt, während sie bei den Cystideen meistens auf den antiambulacralen, mitunter aber auch gleichzeitig auf den interambulacralen Feldern vorkommen.

Oben erwähnte ich der seltenen Fälle, in denen bei Antedon rosaceus die Wasserporen des Kelches bis auf das proximale Stück der Arme sich erstrecken. In Schnitten, welche man durch die Arme dicht an ihrem Uebergange in die Scheibe anfertigt, sieht man mitunter rechts und links von der Tentakelrinne des Armes einige wenige Porenöffnungen, deren Canäle in die Fortsetzung der Leibeshöhle in den Arm und zwar, wie ich in einem Falle sicher constatiren konnte, in den Genitalcanal einmünden (Fig. 59). Das Hinübertreten der Kelchporen auf den der Scheibe zunächst gelegenen Armabschnitt kann uns in kein grosses Erstaunen versetzen, wenn wir bedenken, dass eine ganz scharfe Grenze zwischen der Scheibe und den freien Armen an dem Crinoideenkörper nicht existirt, dass vielmehr diese beiden Körpertheile in so unmittelbarem Zusammenhange stehen, dass man die Arme einfach als radiale Ausstülpungen des Körpers betrachten kann und, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, auch betrachten muss. Schon auf der Scheibe zeigen die Poren die Neigung, wie ich bereits einmal erwähnte, sich eine Strecke weit neben den Tentakelrinnen hinzuziehen; es braucht sich also dieses Verhältniss nur bis auf den Anfangstheil des Armes fortzusetzen, um jene seltenen Fälle möglich zu machen. Beachtung verdient es, dass die Wasserporen in diesen Fällen in den Genitalcanal des Armes führen. Auf der Scheibe sahen wir sie in die circumviscerale Leibeshöhle münden. Es liegt also der Schluss nahe, dass der Genital-

1) Namentlich auch hinsichtlich der für die meisten Cystideen characteristischen Art der Anordnung und Verbindung der Kelchporen (Porenrauten, Doppelporen).

canal des Armes eine Fortsetzung der circumvisceralen Leibeshöhle der Scheibe ist, was in Wirklichkeit durch die direct darauf gerichteten Untersuchungen festgestellt werden konnte.

Das dorsale Organ und die mit demselben in Verbindung stehenden Theile (Blutgefässe und Faserstränge).

Macht man an entkalkten Exemplaren von Antedon rosaceus Schnitte durch die Basis des Kelches, so trifft man auf eine im Inneren derselben gelegene Höhlung, welche das sogenannte Herz umschliesst. Die ersten Angaben über dieses Gebilde finden sich bei Heusinger, der es auch zuerst als ein Centralorgan des Blutgefässsystemes und zwar als ein »venöses Herz« bezeichnete [1]. Während dieser Forscher aber noch der Meinung ist, es sei dasselbe ein Gefässring, hat Joh. Müller (Nr. 26, p. 236) in Berichtigung dieser Ansicht die Säckchenform desselben zuerst erkannt. Eine genauere Kenntniss des »Herzens« ist uns erst vor Kurzem geworden durch die Untersuchungen Carpenter's, sowie durch die unabhängig davon gemachten Beobachtungen Greeff's und Teuscher's. Auch ich selbst werde im Folgenden [2] in der Lage sein, unsere Kenntnisse über den Bau des in Rede stehenden Organs in einigen Puncten weiterzuführen. Carpenter (Nr. 5, p. 218) zeigte zuerst, dass das Herz nicht einen einfachen Hohlraum besitzt, wie Joh. Müller (Nr. 26, Taf. V. Fig. 12) geglaubt hat, sondern durch fünf Scheidewände, welche von einer centralen Achse radiär ausstrahlen, in fünf Kammern (deshalb nennt er es »quinquelocular organ«) zerlegt wird, was durch Greeff's (Nr. 12, Nr. 13), Teuscher's (Nr. 37) und meine eigenen Beobachtungen bestätigt wird. Hinsichtlich des genaueren Verhaltens der fünf Kammern und ihrer Verbindung mit anderen benachbarten Theilen gehen unsere Ansichten auseinander, wie wir sogleich sehen werden.

In den Abbildungen Fig. 19—35 sind die hier zu behandelnden Theile dargestellt. Fig. 19—24 sind Abbildungen von horizontalen Schnitten durch die Kelchbasis, welche aus ein und derselben Schnittserie ausgewählt wurden. Dieselben sind so orientirt, dass die ventrale (innere) Seite dem Beschauer zugekehrt ist; der am meisten dorsal gelegene Schnitt ist der in Fig. 19 abgebildete, die übrigen reihen sich den Nummern nach ventralwärts an jenen ersten an. In Fig. 19 sind die fünf Kammern (*K*) durch den Schnitt geöffnet. Man sieht, wie die-

1) Die Stelle bei Heusinger lautet (Nr. 15, p. 373): »In der Mitte der Kalkscheibe befindet sich eine Höhle; in dieser befindet sich ein Centralorgan, ob es ein Gefässring ist, habe ich nicht deutlich erkannt, aber es schien mir so«.

2) Meine Ergebnisse sind zum Theil bereits vorläufig mitgetheilt worden. (Nr. 28).

selben um eine centrale, von einigen kleinen Oeffnungen durchbohrte Achse gruppirt sind; letztere möge Achsenstrang genannt werden. Der Schnitt hat die Kammern nahe über ihrem dorsalen Boden (vergl. Fig. 25) getroffen. Wir erblicken in Folge dessen den dünnen dorsalen Boden der Kammern und durch denselben durchscheinend eine dicht darunter gelegene Sternfigur (*St*), gebildet von Gefässen, welche von der Achse ausgehen und, nachdem sie die Centrodorsalplatte durchsetzt, in die Cirrhen eintreten. Wir lassen diese Gefässe einstweilen noch ausser Acht und verweilen zunächst bei den Kammern. Betrachten wir die Wandung derselben bei stärkerer Vergrösserung, so erweist sie sich von einem inneren Epithelium überkleidet, dessen Zellen 0,004 Mm. hoch und fast ebenso breit sind (Fig. 30). Greeff (Nr. 12, p. 26) giebt an, in den die Kammern scheidenden Septen spärliche Muskelfasern gefunden zu haben. Ich habe mich vergeblich bemüht, von der Richtigkeit dieser Angabe mich zu überzeugen. Die Dimensionen der Kammern ergeben sich aus den Abbildungen. Stellen wir das Mikroskop genau auf die dorsale Wand, also auf den Boden der Kammern ein, so erkennen wir, dass die Kammern hier nicht vollständig geschlossen sind, sondern dass vielmehr der Boden einer jeden da, wo er an die centrale Achse anstösst, von einer Oeffnung durchbrochen ist. Greeff (Nr. 13, p. 92, Fig. 3) hat diese Oeffnungen als dorsale Ostien des Herzens bezeichnet (Fig. 28). Es sind dies aber nicht die einzigen Oeffnungen im Boden der Kammern, sondern etwas weiter nach aussen vermochte ich noch einige kleinere sich paarig gegenüberliegende zu bemerken. Peripherisch sind die fünf Kammern umhüllt von einer gelblichen Fasermasse, auf deren weitere Verbreitung wir in den folgenden Schnitten zu achten haben. Dieselbe besteht aus feinen Fasern, zwischen welchen man, namentlich an der Peripherie der ganzen Masse, Zellen oder doch zellenähnliche Gebilde (Zellkerne?) findet.

Schon gleich in einem der nächsten Schnitte, den wir in Fig. 20 vor uns haben, sehen wir die Fasermasse eine bedeutendere Ausdehnung gewinnen. Der Schnitt hat das »Herz« da getroffen, wo es bereits in der Höhe der bei Antedon bekanntlich nach innen gedrängten und seitlich fest miteinander verbundenen ersten Radialien gelegen ist. Von der dasselbe umgebenden Fasermasse gehen in der Richtung der seitlichen Verbindungen der Radialien, also interradiär, fünf breite Fortsätze aus. Je zwei dieser Fortsätze schliessen zwischen sich einen Hohlraum (*L'*) ein, welcher, wie die späteren Horizontalschnitte, sowie auch die Verticalschnitte (Fig. 25 u. 26) lehren, nichts Anderes ist, als eine dorsalwärts blindgeschlossene Verlängerung der Leibeshöhle. Hinsichtlich der Kammern ist der Schnitt, bei welchem wir soeben verweilen, in-

sofern interessant, als er deutlich zeigt, dass die Kammern in der Richtung der Radien angeordnet sind.

Ich sprach vorhin von den dorsalen Oeffnungen der Kammern; ähnliche Oeffnungen kommen auch in der ventralen Wand, gleichfalls dicht an der centralen Achse vor. Dieselben sind von Greeff (Nr. 13, p. 93, Fig. 4) als ventrale Ostien bezeichnet worden. Es treten uns dieselben deutlich entgegen in der Figur 21. Diese Abbildung ist nach einem Schnitte angefertigt, welcher dicht über die ventrale Decke der Kammern geführt wurde. Die Decke der Kammern ist von oben überlagert von derselben Fasermasse (*D*), die wir schon in den vorigen Schnitten als nächste Umhüllung der Kammern kennen gelernt haben. Im Centrum des Schnittes finden wir den Achsenstrang wieder, der uns aus den vorhergehenden Schnitten bereits bekannt ist. In unmittelbarer Nachbarschaft der dicht zusammenstehenden Lumina des Achsenstranges wird die Fasermasse von fünf radiär gestellten, etwas grösseren Oeffnungen (*K*) durchbohrt. Wie Längsschnitte (Fig. 25) lehren, führen diese Oeffnungen, unter rascher Zunahme ihres Lumens, direct in je eine Kammer. Dass die Kammern ventralwärts neben der Achse eine Oeffnung besitzen, hat W. B. Carpenter (Nr. 5, p. 219. Pl. 8, Fig. 4) bereits richtig beschrieben und abgebildet[1]). Er lässt durch diese Oeffnungen die Kammern in Communication treten mit den in den Knopf eindringenden Verlängerungen der circumvisceralen Leibeshöhle. Letztere Anschauung W. B. Carpenter's entspricht aber den thatsächlichen Verhältnissen nicht, denn Längs- und Querschnitte zeigen auf das Sicherste, dass sich an die ventralen Oeffnungen der Kammern Canäle anschliessen, welche neben dem Achsenstrang ventralwärts aufsteigen und schon in den nächsten Schnitten nicht mehr zu unterscheiden sind von den den Achsenstrang selbst zusammensetzenden Canälen, sondern vielmehr mit letzteren zur Bildung eines einzigen Organes zusammentreten, welches wir später unter der Benennung des dorsalen Organs noch näher betrachten werden. In dem Schnitt Fig. 21 zeigen die interradiären Fortsätze der die Kammern umgebenden Fasermasse ein anderes Verhalten wie in Fig. 20. Es hat sich nämlich ein jeder dieser

1) Greeff, der diese Oeffnungen, wie schon bemerkt, ventrale Ostien des Herzens nennt, behauptet, Carpenter sehe das Herz als eine nach aussen vollständig abgeschlossene Höhle an. Aber, wie oben angeführt, giebt Carpenter durch Wort und Abbildung kund, dass ihm die ventralen Oeffnungen der Kammer wohl bekannt sind, wenn er auch darin irrt, dass er diese Oeffnungen in Verlängerungen der Leibeshöhle führen lässt. Er sagt (l. c.) »near the axis each chamber seems to communicate on its ventral aspect with the surrounding space (an extension of the perivisceral cavity) by a minute orifice in its wall«.

interradiären Faserstränge in zwei Aeste gegabelt; so hat sich der Faserstrang *a* in die beiden Aeste *b* und *c*, der Faserstrang *a'* aber in die beiden Aeste *b'* und *c'* getheilt. Ferner begegnen uns in diesem Schnitte ausser den radiären Blindsäcken der Leibeshöhle (*L'*), die uns schon aus Fig. 20 bekannt sind, noch fünf weitere, aber interradiär gelegene, und wie Verticalschnitte durch den Knopf lehren gleichfalls blindgeschlossene Fortsetzungen der Leibeshöhle. Letztere (*L''*) liegen zwischen je zwei Gabelästen eines interradiären Faserstranges.

In einem weiter aufwärts folgenden Horizontalschnitt (Fig. 22) finden wir die Mitte eingenommen von jenem Stücke des Kalkskelets, welches Carpenter die Rosette nennt und von welchem er gezeigt hat, dass es aus einer Umwandlung der Basalia der pentacrinoiden Larve seine Entstehung nimmt. Die Rosette (*R*) ist im Centrum durchbohrt von den Canälen des dorsalen Organs. Von der Fasersubstanz der vorigen Figur finden wir die centrale, die Kammern umhüllende Masse und die davon ausstrahlenden interradiären Stränge nicht mehr vor, wohl aber die Gabeläste der letzteren.

In der nunmehr folgenden Abbildung Fig. 23 sehen wir, wie sowohl die radiären (*L'*) als auch die interradiären (*L''*) Blindsäcke der Leibeshöhle sich auflösen in eine das dorsale Organ (*DO*) umgebende Summe von unregelmässigen mit einander in Communication stehenden Maschenräumen, welche in ihrer Gesammtheit nichts Anderes sind als ein von zum Theil sogar verkalkten Bindegewebszügen durchzogener Abschnitt der Leibeshöhle. An verticalen Längsschnitten ist es leicht sich von diesem Verhalten zu überzeugen. Für die Betrachtung der Faserstränge in Fig. 23 ist wichtig vorauszuschicken, dass die abgebildete Schnittfläche schief geneigt ist, und zwar so, dass der obere und rechte Abschnitt der Figur der Ventralseite des Thieres näher liegt als der untere und linke. In dem letztgenannten Bezirk haben sich die Gabeläste der interradiären Faserstränge ganz von einander getrennt und divergiren in ihrem Verlauf so sehr, dass recht bald jeder Gabelast des einen interradiären Faserstranges mit dem nächstgelegenen Ast des nächstbenachbarten Stranges in unmittelbare Berührung tritt. Der Punct, woselbst diese Berührung stattfindet, liegt in radiärer Richtung nach aussen von dem radiären Blindsack der Leibeshöhle (vergl. die Berührungsstelle zweier Gabeläste bei *c'*, Fig. 23). Von der Berührungsstelle an verlaufen die beiden von zwei verschiedenen interradiären Fasersträngen hergekommenen Aeste nebeneinander in radiärer Richtung, wie das aus dem oberen und rechten Abschnitt der Fig. 23 deutlich wird. Es sind dann also aus den Gabelästen der fünf interradiären Faserstränge fünf Paare von radiären Doppelsträngen geworden.

In dem letzten der abgebildeten Horizontalschnitte endlich, der in derselben Weise schief ist wie der vorhergehende, sehen wir, dass die radiären Faserstränge dicht über derjenigen Stelle, woselbst sie zuerst in unmittelbare Berührung mit einander treten, sich durch Commissuren mit einander in Verbindung setzen. Es verbindet sich erstens ein jeder radiärer Faserstrang durch eine interradiäre Commissur mit dem benachbarten Strange des nächstgelegenen radiären Faserstrang-Paares, so z. B. (Fig. 24) der Strang *b* mit dem Strange *c* durch die interradiäre Commissur *co*. Zweitens verbinden sich an derselben Stelle die beiden Stränge eines jeden radiären Faserstrang-Paares durch eine selbstverständlich viel kürzere intraradiäre Commissur, z. B. Strang *c* und Strang *b'* durch die intraradiäre Commissur *co'*. Die Commissuren bestehen aus derselben Fasermasse wie die Stränge und bilden zusammen genommen einen Ring, welcher in der Kalkmasse der ersten Radialien des Kelches gelegen ist.

Der weitere Verlauf der radiären Faserstrang-Paare ist der folgende. Die beiden Stränge eines jeden Paares verlaufen durch das erste und zweite Radiale so dicht nebeneinander, dass sie oft nur schwer als gesonderte Theile erkannt werden können. Aus dem zweiten Radiale gelangen sie in das dritte, welches bekanntlich axillar ist, um in diesem auseinander zu treten und so zu den die Kalkglieder der Arme durchziehenden Fasersträngen zu werden. Das Verhalten der beiden radiären Faserstränge im dritten Radiale ist aber nun des Näheren nicht einfach ein solches, dass sie, nachdem sie bis dahin dicht nebeneinander verliefen, nunmehr divergiren, sondern es findet an der Stelle, wo sie auseinander weichen, ein theilweiser Austausch ihrer Fasern statt und zwar erstens durch ein Chiasma, zweitens durch eine einfache Commissur (Fig. 35), jenes liegt proximal (*a*), diese distal (*b*).

Wenn wir nunmehr versuchen, das von dem Verlauf der von der faserigen Umhüllungsmasse der Kammern (des »quinquelocular organ«) abgehenden Fasersträngen des Kelches aus den Horizontal- und Verticalschnitten gewonnene Bild in eine schematische Uebersicht zu bringen, so erhalten wir die in Fig. 38 dargestellte Figur. Es sind in derselben die Kalkglieder in ihren Contouren durch feine Linien, die sie durchziehenden Faserstränge aber durch stärkere Striche angedeutet; das centrale Fünfeck bedeutet Centrodorsalstück + Rosette. Die weitere Erklärung des Schemas ergiebt sich nach dem Mitgetheilten von selbst.

Der Verlauf der Faserstränge des Kelches bei dem erwachsenen Antedon rosaceus ist im Vorigen vollständig dargelegt und es ist im Anschluss daran von Interesse, die Jugendstadien, sowie auch die verwandten Formen vergleichend zu betrachten. W. B. Carpenter, der

auch bei den erwachsenen Thieren den Verlauf der Faserstränge mit Ausnahme der Verhältnisse im Radiale axillare, die ihm unbekannt blieben, bereits kurz, aber im Allgemeinen richtig beschrieben hat (Nr. 3, p. 714, 738; Pl. XLII), schildert auch von den jungen Thieren ihr Verhalten und giebt davon eine Abbildung, welche in Fig. 37 schematisch reproducirt wurde. Wie der Vergleich dieses Schema's mit dem in Fig. 38 vom erwachsenen Thiere gegebenen lehrt, stimmt der Verlauf der Stränge in beiden wesentlich überein; der Unterschied liegt nur darin, dass bei dem jungen Thiere die Anordnung der Stränge in den Basalien und ersten Radialien verhältnissmässig weiter auseinander gerückt ist, als bei dem erwachsenen Thiere, wo gleichzeitig mit der Reduction der Basalia das ganze Faserstrang-System des Kelches enger zusammengedrängt erscheint. Dass in den drei Radialien nicht ein einfacher Faserstrang, sondern zwei dicht aneinander liegende verlaufen, hat W. B. Carpenter übersehen, ebenso wie er auch dem Verhalten der Stränge im dritten Radiale kein besonderes Augenmerk geschenkt hat.

Von den übrigen lebenden Crinoideen haben wir bis jetzt keine genaue Kenntniss von den Fasersträngen des Kelches; wir werden aber mit Berechtigung die Erwartung aussprechen dürfen, dass wenigstens bei den Antedon- und Actinometra-Arten und wohl auch bei der Gattung Pentacrinus keine wesentlichen Differenzen auftreten, da wir uns sogleich davon überzeugen werden, dass bei der fossilen Gattung Encrinus die Faserstränge einen ähnlichen Verlauf wie bei Antedon rosaceus gehabt haben. Bekanntlich verdanken wir Beyrich eine ausgezeichnete Abhandlung (Nr. 1) über die Gattung Encrinus. In derselben schildert er die Canäle, welche die Kalkstücke des Kelches durchziehen und im lebenden Thiere dazu dienten, die Faserstränge aufzunehmen, auf das Genaueste und fasst seine bezüglichen Einzelangaben in einem Schema (Nr. 1, Taf. I, Fig. 12) zusammen, welches ich in Fig. 36 zu copiren mir erlaubt habe. Wenn wir dieses Schema vom Verlauf der Faserstränge mit demjenigen vergleichen, welches sich aus Carpenter's und meinen Untersuchungen für Antedon ergeben hat, springt die weitgehende Uebereinstimmung sofort in die Augen. Es sind nur zwei Commissuren des Antedon, welche Beyrich für Encrinus nicht angiebt, nämlich die intraradiäre Commissur im ersten Radiale und die distale einfache Commissur im dritten Radiale. Es ist möglich, dass es genaueren Nachforschungen gelingen wird, diese beiden Commissuren zwischen den Fasersträngen eines jeden radiären Paares auch noch bei Encrinus aufzufinden. Bei letztgenannter Gattung liegen in den Radialien die beiden radiären Faserstränge nicht wie bei Antedon dicht neben

einander in ein und demselben Canale der Kalkmasse, sondern es hat auch zwischen ihnen eine Verkalkung des Gewebes stattgefunden, so dass sie in zwei getrennte, aber nebeneinander hinziehende Canäle zu liegen kommen. Darin erblicken wir also eine weitere Verschiedenheit in dem Verhalten des Encrinus im Vergleich mit dem von Antedon; indessen ist diese Verschiedenheit offenbar keine sehr wesentliche, denn es kann uns bei Thierformen, die wie die Echinodermen in fast ihren sämmtlichen bindegewebigen Theilen grosse Neigung zur Verkalkung besitzen, nicht auffällig und besonders bedeutungsvoll erscheinen, wenn zwei Stränge, welche verkalkte Theile durchziehen, das eine Mal beide zusammen, das andere Mal jeder für sich, in einen Canal des Kalkgliedes eingeschlossen sind. Beyrich war entsprechend dem damaligen Stande der Kenntniss der lebenden Crinoideen der Meinung, es werde der Canal in den Kelchgliedern von Antedon nicht von zwei, wie wir jetzt wissen, sondern nur von einem einzigen Faserstrang (oder nach der damals gültigen Joh. Müller'schen Auffassung von einem einzigen »Centralcanal«) durchzogen und es gingen diese einfachen radiären Faserstränge (»Centralcanäle«) unmittelbar von der centralen Höhle des Centrodorsalstückes ab, während sie bei Encrinus von interradiären Stämmen durch deren Gabelung in den Basalia entstehen. Beyrich (Nr. 1, p. 21) erblickte hierin, und bei den damaligen Kenntnissen der lebenden Formen mit Recht, einen Gegensatz zwischen Encrinus und Apiocrinus (bei welch' letzterer Gattung sich ähnliche Verhältnisse finden, wie bei Encrinus) einerseits und Antedon und Pentacrinus andererseits. Ein derartiger Gegensatz ist aber nach dem Mitgetheilten nicht länger aufrecht zu erhalten und verliert demnach auch die darauf gegründete Aufstellung zweier Familien in der Abtheilung der Crinoidea articulata Miller an innerem Werthe[1].

Für einen anderen von Beyrich betonten Punct in der vergleichenden Anatomie der Kelchglieder der Crinoideen liefern die oben mitgetheilten Beobachtungen eine bemerkenswerthe Stütze. Wenn es kaum noch zweifelhaft sein kann, dass bei allen Crinoidea articulata — auch bei den bis jetzt noch nicht darauf untersuchten — die Faserstränge, welche die Radialia und weiterhin die Armglieder durchziehen, von fünf interradiären Stämmen entstehen, welche von der das »fünfkammerige Organ« umgebenden Fasermasse ausstrahlen und sich nach kurzem Verlaufe gabeln, so wird der Ort, woselbst diese Gabelung stattfindet, nicht gleichgültig sein. Encrinus besitzt zwei Kreise von Basalien, einen

1) Für die paläontologische Diagnose hingegen bleibt selbstredend die Beyrich'sche Unterscheidung in Articulaten mit einfach durchbohrten und in solche mit doppelt durchbohrten Kelchgliedern von grosser Wichtigkeit.

inneren und einen äusseren, während die übrigen Crinoidea articulata nur einen einzigen besitzen. Nun liegt der Ort der Gabelung der interradiären Stämme der Faserstränge bei Encrinus in den Basalia des äusseren Kreises, während er bei Antedon (besonders deutlich in dem pentacrinoiden Jugendstadium) in den Kalkstücken des einzig vorhandenen Basalkreises gelegen ist. Daraus lässt sich der Schluss nicht zurückweisen, dass es der äussere Basalkreis des Encrinus ist, welcher dem einzigen Basalkreis der anderen articulaten Crinoideen homolog ist, ein Satz, welchen schon Beyrich, von anderen Gesichtspuncten ausgehend, klar und bestimmt ausgesprochen hat. Der innere Basalkreis der Gattung Encrinus aber ist ein derselben unter den Articulaten eigenthümliches Element (Nr. 1, p. 13).

Ich komme wieder auf das gekammerte Organ, das sogenannte Herz, zurück. Die obere und untere Wand der Kammern habe ich bereits beschrieben und auch den Seitenwänden schon einige Worte geschenkt. Es erübrigt mir also zu einer vollständigen Schilderung der Kammern die Aussenwände zu besprechen. Dieselben sind nach aussen gewölbt. In ihrer dorsoventralen Mittellinie, also genau in der Medianebene eines Radius, besitzen sie eine leistenförmige Verdickung (Fig. 29 *A*), die unbedeutend in's Lumen der Kammer vorspringt[1]. Genannte Leiste reicht nicht bis an die Uebergangsstelle der Aussenwand in den Boden der Kammer. An dieser Stelle ist vielmehr die Aussenwand von einem kleinen kreisrunden Loche (Fig. 29 *B*) durchbohrt, über dessen Natur uns Verticalschnitte durch die Kammern aufklären. An derartigen Schnitten (Fig. 27) erkennt man, dass jede Kammer sich dicht über dem Boden in ein Cirrhengefäss fortsetzt. Die Eintrittstelle dieses Cirrhengefässes in die Kammer ist das vorhin erwähnte Loch in ihrer Aussenwand.

Des Achsenstranges, um welchen die Kammern angeordnet sind, habe ich bereits mehrfach gedacht. Derselbe stellt ein Bündel nebeneinander verlaufender Gefässe dar. Sobald dies Gefässbündel unterhalb der Kammern angekommen ist, löst es sich, indem die einzelnen, dasselbe zusammensetzenden Gefässe aus der verticalen in eine horizontale und radiäre Richtung umbiegen, allmälig auf. Das Auseinanderfahren des Gefässbündels erfolgt nicht regellos, sondern die einzelnen Gefässe gruppiren sich in fünf Partien, deren jede radiär gerichtet ist und unter dem Boden je einer Kammer verläuft. Die fünf Gruppen bilden zusammen die Sternfigur die in Fig. 19 durch den

1) Angedeutet ist diese nach innen gerichtete Leiste in der Aussenwand einer jeden Kammer auch bei W. B. Carpenter (Nr. 5, Pl. 8, Fig. 4), der ihrer aber im Texte keine Erwähnung thut.

Boden der Kammern durchschimmert. Die fünf Spitzen des Sternes reichen in die umgebende Fasermasse, nach aussen von letzterer aber treten die Gefässe eines jeden Sternstrahles auseinander, um nach Durchsetzung des Centrodorsalstückes in je einen Cirrhus einzutreten und so zu Cirrhengefässen zu werden [1]. In günstig getroffenen Schnitten erweist sich der Querschnitt eines Sternstrahles aus einer grösseren Zahl dicht neben und übereinander verlaufender Gefässe zusammengesetzt. Ob die Kammern vermittelst ihrer dorsalen Oeffnungen mit den einen oder anderen dieser aus dem Achsenstrange kommender Cirrhengefässe communiciren oder nur mit einem, dieselben umgebenden Raume, ist schwer zu entscheiden. So weit meine Beobachtungen reichen, möchte ich das Erstere für wahrscheinlicher halten.

Ventralwärts sehen wir den Achsenstrang sich erheben in die Leibeshöhle. Um ihn und sich mit ihm sehr bald ganz vereinigend, lagern sich die fünf ventralen Fortsetzungen der Kammern und bilden so mit ihm ein einheitliches, in die Leibeshöhle aufsteigendes Organ, für welches ich oben schon den Namen »das dorsale Organ« vorschlug. Dasselbe hat eine unregelmässig gelappte Gestalt und erhebt sich in der intervisceralen Leibeshöhle, aber in nächster Nachbarschaft der axialen nach der Bauchseite hin bis in die Umgebung des Munddarmes. Seine Gestalt und Lagerung wird durch Fig. 57 u. 58, sowie Fig. 74 erläutert. Ueber den feineren Bau (Fig. 60) liess sich an meinen Präparaten nicht viel ermitteln. Eine äussere Hülle trägt innen ein cylindrisches Epithel; ob in jener Muskelfasern vorkommen, muss ich einstweilen noch unentschieden lassen. Mit Hülfe feiner bindegewebiger Fäden ist das dorsale Organ in den dasselbe bergenden Räumen der Leibeshöhle befestigt.

Mit Sicherheit konnte ich eine Verbindung des dorsalen Organs mit den Blutgefässen constatiren (Fig. 61), welche den Darmtractus umspinnen. Dieselben finden sich sehr zahlreich in den Maschenräumen der intervisceralen Leibeshöhle. Sie bilden durch reichliche Verästelung und Anastomosirung Blutgefässnetze (Fig. 52). In Bezug auf ihre feinere Structur bestehen die Blutgefässe aus einer dünnen Wandung, welche

1) Greeff (Nr. 18, p. 91) beschreibt ausser den Cirrhengefässen noch eine Anzahl feiner Gefässe, die in dorsaler Richtung das Centrodorsalstück durchziehen und sich dadurch von den Cirrhengefässen unterscheiden, dass sie sich nicht in Cirrhen fortsetzen, sondern in dem mittleren von Cirrhen frei bleibenden Theile des Centrodorsalstückes dicht unter der Oberfläche endigen. Ich beobachtete diese Gefässe gleichfalls. Da es Antedon-Arten giebt, bei denen auch der mittlere Theil des Centrodorsale Cirrhen trägt (Antedon Eschrichtii z. B.), so betrachte ich jene unter der Oberfläche des Centrodorsale endigenden Gefässe des Antedon rosaceus als rudimentäre Bildungen.

ein inneres plattes Epithel, sowie auch Spuren eines äusseren Zellbelags trägt (Fig. 56). Es schien mir mitunter[1]), als wenn die Blutgefässe der intervisceralen Leibeshöhle von einem stärkeren, einen dorsalen Gefässring darstellenden Gefässe herkämen, aber eingehende Untersuchung machte mich doch immer wieder schwankend in dieser Ansicht. Blutgefässe von ganz demselben Bau wie die hier aus der intervisceralen Leibeshöhle beschriebenen kommen auch in circumvisceraler Leibeshöhle, besonders unter den fünf Ventralcanälen vor und vermuthe ich, dass mit einem der letzteren auch der Blutraum in der Wandung der Genitalorgane im Zusammenhang steht. Bemerkenswerth ist, dass die Blutgefässe der Leibeshöhle in den Maschenräumen, welche sie durchziehen, vermittelst feiner Bindegewebsfäden aufgehängt sind, welche sich an ihre Aussenseite befestigen und in ihrem Baue sich nicht unterscheiden von den übrigen Bindegewebszügen der Leibeshöhle (Fig. 56). Aehnliche Aufhängefäden erwähnte ich vorhin von dem dorsalen Organ (Fig. 57—59).

Bevor wir die hier mitgetheilten Beobachtungen mit denjenigen anderer Forscher vergleichen, wollen wir dieselben noch einmal kurz recapituliren. Das in der intervisceralen Leibeshöhle in einer im Allgemeinen dorsoventralen Richtung verlaufende dorsale Organ steht mit den Blutgefässen, welche den Darm umgeben, in Zusammenhang. Zwischen den ersten Radialien verliert es seine gelappte Gestalt und wird zu einem strangförmigen Bündel von Gefässen, welches durch die Rosette hindurchtritt. Alsdann erweitern sich fünf peripherische Gefässe desselben in beträchtlicher Weise und werden im Centrodorsale zu fünf sich seitlich innig berührenden Kammern, in deren Mitte die übrigen nicht erweiterten Gefässe in Gestalt eines Achsenstranges verlaufen. Aus jeder Kammer geht peripherisch ein Gefäss in einen Cirrhus ab. Auch die Gefässe des Achsenstranges werden zu Cirrhengefässen, indem sie unterhalb der Kammern auseinandertreten, anfänglich durch ihre Gruppirung eine Sternfigur bilden und dann sich durch das Centrodorsalstück zu den Cirrhen begeben.

Die erste genauere Schilderung des dorsalen Organs und der damit in Verbindung stehenden Theile verdanken wir W. B. Carpenter (Nr. 3, Nr. 5). Derselbe, dessen Uebereinstimmung mit meinen eigenen Beobachtungen bezüglich mehrerer Puncte ich bereits hervorhob, beschreibt sowohl die radiären Faserstränge, als auch die Cirrhengefässe als solide Stränge im Gegensatz zu Joh. Müller (Nr. 26), welcher bekanntlich der Meinung war, dass die Kalkglieder der Arme und Cirrhen

1) So auch noch bei meiner vorläufigen Mittheilung (Nr. 22, p. 114).

von Gefässen (seinen »Centralcanälen«) durchzogen seien. Bezüglich der Cirrhengefässe kann ich, mit GREEFF (Nr. 12; 13, p. 91) übereinstimmend, der Ansicht CARPENTER's nicht beipflichten, wie aus meiner obigen Beschreibung derselben erhellt. Anders aber liegt die Sache mit Rücksicht auf die radiären Faserstränge. Ich sah auf Längs- und Querschnitte durch die radialen und brachialen Kalkglieder niemals ein deutliches Gefässlumen in den Fasersträngen. Auch GREEFF (Nr. 13, p. 94) giebt zu, dass man in nicht injicirten Exemplaren in Querschnitten durch die Kalkglieder meist einen soliden Strang finde; hingegen gelang es ihm an von dem dorsalen Scheitel aus injicirten Thieren in oder neben den Fasersträngen bis weit in die Arme hinein Gefässbahnen wahrzunehmen. Weiteren Untersuchungen wird es hoffentlich gelingen, hier einen völligen Einklang der Beobachtungen herzustellen.

GREEFF giebt ferner an, dass die fünf Kammern sich in zehn Gefässe öffnen, die in einen das fünfkammerige Organ (Herz GREEFF) mit seiner Fasermasse umgebenden Gefässring übergehen, aus welchem die fünf Hauptradiärgefässe der Arme entspringen. An Schnitten kann ich aber keine der genannten Theile, weder die zehn aus dem gekammerten Organ austretenden Gefässe, noch den Gefässring auffinden. Wie ich diesen durchaus negativen Befund mit GREEFF's anfänglich zwar sehr unbestimmten (Nr. 12, p. 26), dann aber mit Bestimmtheit wiederholten (Nr. 13, p. 93 u. 94) Angaben vereinbaren soll, vermag ich nicht zu sagen. Meine stets mit demselben Resultat öfter wiederholten Untersuchungen über die in Rede stehenden Verhältnisse haben mich nicht weiter geführt, als dass mir die obigen Angaben GREEFF's räthselhaft geblieben sind. Ich habe allerdings niemals wie GREEFF mit Hülfe von Injectionen untersucht (da ich keine Gelegenheit hatte, an lebenden Exemplaren zu arbeiten) und es ist möglich, dass darin vielleicht der Grund liegt, weshalb ich den Widerspruch unserer beiderseitigsn Beobachtungen nicht zu beseitigen vermag. Andererseits kann ich aber auch ein gewisses Misstrauen in die Resultate des Injectionsverfahrens nicht unausgesprochen lassen. GREEFF hat weiterhin fünf Gefässe angegeben, welche entweder von dem gekammerten Organ oder von dem von mir nicht aufgefundenen vorhin erwähnten Gefässring entspringen und im Gegensatz zu den fünf Radialgefässen interradiär gerichtet sind. »Die fünf interradialen Gefässe theilen sich alsbald, theils, wie es scheint, in die Interbrachialräume des Kelches, theils in die Rückenhaut der Arme übertretend und sich hier verzweigend« (Nr. 12, p. 26 u. 27). Auch diese interradiären Gefässe konnte ich nicht finden, wie sehr ich auch danach suchte. In seiner letzten Publication (Nr. 13) erwähnt übrigens GREEFF derselben nicht mehr da wo er die aus dem gekammer-

ten Organ tretenden Gefässe beschreibt. Erwähnenswerth ist, dass in der ältesten Beschreibung des »Herzens«, die wir besitzen, derjenigen von HEUSINGER, Aeste desselben in ähnlicher Weise angegeben werden, wie bei GREEFF. HEUSINGER sagt: Aus dem Centralorgan (fünfkammeriges Organ) »lassen sich leicht 10 Gefässe verfolgen, von denen mir 5 in den Zwischenräumen der Strahlen verschwanden, ohne dass ich sie weiter verfolgen konnte. Dagegen konnte ich die anderen fünf sehr leicht in die Canäle der Strahlen verfolgen; ein jedes theilt sich in zwei Aeste für zwei Strahlen, aus diesem entspringen dann kleinere Aeste für die Nebenstrahlen« (Nr. 15, p. 373). Wie aber aus seinen Abbildungen hervorgeht, sind die von ihm aufgeführten radiären Gefässe identisch mit den radiären Fasersträngen, seine interradiären Gefässe vielleicht mit den fünf obersten, stärksten Cirrhengefässen. Für GREEFF's Auffassung beweisen die HEUSINGER'schen Angaben indessen nichts, denn letztgenannter Forscher unterschied, wie bei den von ihm angewandten sehr schwachen Vergrösserungen erklärlich, noch nicht zwischen den Fasersträngen und den mit einem Lumen und besonderer Wandung versehenen wirklichen Gefässen.

TEUSCHER's Angaben über den Bau des gekammerten Organs und die damit in Verbindung stehenden Theile machen gleichfalls eine kurze Besprechung nöthig. Er bezeichnet das gekammerte Organ als »Gefässcentrum«, wie mir scheint mit Unrecht, wie wir nachher sehen werden. In Bezug auf den complicirten Verlauf der Faserstränge in den Kalkgliedern des Kelches bleibt er hinter dem schon durch W. B. CARPENTER Festgestellten zurück, dessen einschlägige Angaben ihm ganz unbekannt geblieben zu sein scheinen [1]. Für die von GREEFF, wie vorhin erwähnt, angegebenen zehn Gefässe aus dem gekammerten Organ und den von ihnen gebildeten Gefässring finde ich auch in TEUSCHER's Beschreibung und Abbildungen keinerlei Handhabe zur Aufklärung [2]. Von den Cirrhengefässen giebt TEUSCHER an, dass in ihnen von Anfang bis zu Ende ein dünner Strang verlaufe, den er aus der Fasermasse, welche die Cirrhengefässursprünge umhüllt, entspringen lässt. Da er aber andererseits richtig sagt, dass die Cirrhengefässe aus

1) Wie sich denn überhaupt in der Abhandlung dieses Forschers über Comatula mediterranea eine auffällige Vernachlässigung der Literatur bemerkbar macht.

2) TEUSCHER versucht allerdings (Nr. 37, p. 278) seine Beobachtungen mit GREEFF's Injectionsbefunden in Einklang zu bringen, aber in einer Weise, welcher ich mich nicht anzuschliessen vermag; dafür sind mir die Beobachtungsfehler, welche TEUSCHER GREEFF zuschiebt, denn doch zu stark. Nach TEUSCHER soll GREEFF die Dorsalcanäle (TEUSCHER's Muskelgefässe) der Arme und der oralen Pinnulae als aus dem gekammerten Organ (Herz GREEFF, Gefässcentrum TEUSCHER) kommende radiäre und interradiäre Gefässe beschrieben haben!

dem Achsenstrange (seiner Columella) entstehen, so ist nicht einzusehen, wie jene dünnen Stränge aus der nach auswärts von dem Achsenstrange[1]) gelegenen Fasermasse in die Cirrhengefässe hineinkommen.

Ich nehme diese Gelegenheit wahr, um meine eigenen Beobachtungen über die Cirrhengefässe hier einzuflechten. Auf Längsschnitten durch ein Cirrhengefäss von Antedon rosaceus erhält man meist das von Teuscher richtig beschriebene Bild: in dem Gefäss verläuft ein leicht granulirter, längsstreifiger, dünner Strang. Macht man aber Querschnitte, so zeigt sich, dass dieser Strang nicht frei im Lumen des Gefässes liegt, sondern vielmehr eine in der Mitte verdickte Scheidewand darstellt, welche das Lumen in zwei Hälften theilt (Fig. 31 u. 32). Genaues Studium der Ursprungsstellen der Cirrhengefässe aus dem Achsenstrang führt zu der Erkenntniss, dass jene Scheidewand in den Cirrhengefässen gleichfalls aus dem Achsenstrange abstammt, keineswegs aber, wie Teuscher meint, aus der Fasermasse sich ableitet. Letztere betheiligt sich vielmehr in anderer Weise an den Cirrhengefässen, indem sie eine faserige Umhüllungsmasse für dieselben liefert. Bei Antedon Eschrichtii fand ich an Quer- und Längsschnitten durch Cirrhen einige Abweichungen von Antedon rosaceus bezüglich des Baues der Cirrhengefässe. Zunächst ist hier die die Gefässe umhüllende Fasermasse mächtig entwickelt, dann aber besitzen die Cirrhengefässe das eine Mal gar keine innere Scheidewand (Fig. 33) das andere Mal ist eine solche vorhanden, welche sogar mitunter (Fig. 34) das innere Lumen in drei Theile zerlegt.

Das dorsale Organ habe ich bis in die Umgebung des Munddarmes verfolgt, ohne über sein genaueres Verhalten daselbst zu genügender Klarheit zu kommen. Nach W. B. Carpenter löst sich dasselbe (seine »axial prolongation«) dort in ein Geflecht auf, aus welchem die Genitalstränge der Arme ihre Entstehung nehmen. Wenn er auch bei erwachsenen Thieren diesen Zusammenhang der Genitalstränge mit dem dorsalen Organ nicht ganz unzweifelhaft erkannte, so konnte er ihn doch in dem pentacrinoiden Jugendstadium mit Sicherheit nachweisen (Nr. 5, p. 220 u. 221). Auch Greeff (Nr. 13, p. 90 u. 91) ist der Ansicht, dass das dorsale Organ (seine dorsoventrale Gefässachse«) in Zusammenhang steht mit einem adoralen Gefässnetze[2]). Dieser Ansicht schliesse ich mich an und füge dem hinzu,

1) Dass der Achsenstrang (Teuscher's Columella) nur fünf nebeneinander liegende Gefässe enthalte, vermag ich nicht zu bestätigen; ich sehe auf dem Querschnitt des Achsenstranges stets mehr als fünf Oeffnungen.

2) Derselbe Forscher beschreibt bei der pentacrinoiden Larve in einem noch früheren Stadium als dem von Carpenter untersuchten einen unmittelbaren Zusammenhang des dorsalen Organs mit einem den vorderen Theil des Darmes umgebenden Ringcanal, den er als Blutsinus bezeichnet.

dass es mir jene, vom oralen Blutgefässringe herabhängenden Aussackungen (Fig. 39 *B'*; Fig. 74 *B'*) zu sein scheinen, mit welchen (vielleicht nur mit einem einzigen derselben) das dorsale Organ oder vielmehr der Gefässplexus, in welches dasselbe sich auflöst, in Zusammenhang steht. Auch das centrale Ende der Genitalstränge in der Scheibe habe ich nicht sicher erkannt; nach meinen einschlägigen Beobachtungen aber glaube ich, dass W. B. Carpenter das Richtige getroffen hat, wenn er dieselben mit den unter den Ventralcanälen der Scheibe hinziehenden Blutgefässen, die selbst gleich den intervisceralen Blutgefässen aus dem dorsalen Organe kommen, sich verbinden lässt. Sind diese Ansichten wirklich den Thatsachen conform, dann haben wir hier einen Organcomplex vor uns, dessen Hohlräume sämmtlich miteinander communiciren und den wir in seiner Gesammtheit als das Blutgefässsystem der Crinoideen bezeichnen dürfen. Als Centralorgan desselben ist offenbar derjenige Abschnitt zu bezeichnen, den wir bisher immer als dorsales Organ unterschieden [1]). Von Interesse wäre es, am lebenden Thiere zu constatiren, ob dies Centralorgan sich contrahirt und sonach im Stande ist, in der Flüssigkeit des ganzen Blutgefässsystems eine Bewegung zu unterhalten. Von dem Centralorgan gehen Blutgefässe ab, welche den Darm umspinnen, ferner solche, welche unter den Ventralcanälen der Scheibe und weiterhin der Arme und Pinnulae verlaufen. Weiterhin steht das Centralorgan in Verbindung mit dem oralen Blutgefässringe, aus welchem die Nervengefässe in die Radien gehen. Endlich setzt sich das Centralorgan des Blutgefässsystems in Gestalt eines Gefässbündels fort in das Centrodorsalstück, woselbst fünf peripherische Canalräume desselben anschwellen und so die fünf Kammern bilden, aus welchen fünf Cirrhengefässe abgehen; die übrigen, centralen Gefässe werden gleichfalls zu Cirrhengefässen. In dem Durchschnitt Fig. 74 habe ich mit Absicht die allerdings höchst wahrscheinlich vorhandene Verbindung des dorsalen Organs mit einer (oder mehreren) Aussackungen des oralen Blutgefässringes, sowie auch das centrale Ende des Genitalstranges ungewiss gelassen, da ich, wie sehr ich auch von der Richtigkeit obiger Vermuthungen überzeugt bin, nichts einzeichnen mochte, was ich nicht sicher gesehen habe.

Die Pinnulae orales.

Die untersten Pinnulae der Arme hat W. B. Carpenter als Pinnulae orales von den übrigen unterschieden. Sie zeigen in ihrem Baue Ab-

1) Für dies Gebilde allein wäre die Bezeichnung Herz zulässig, nicht aber für die fünf Kammern im Centrodorsale.

weichungen, welche sie auf eine niedere Organisationsstufe stellen. Wie auch W. B. Carpenter (Nr. 5, p. 222) beobachtet hat, fehlt ihnen vor Allem die Tentakelrinne. Ferner dringt auch kein Zweig des Genitalstranges des Armes in sie ein, mit welchem Mangel gleichzeitig das Fehlen des Genitalcanales verbunden ist. Betrachten wir einen Querschnitt durch eine orale Pinnula von Antedon rosaceus (Fig. 55), so tritt uns über dem Kalkgliede und dessen Muskeln die Fortsetzung der Leibeshöhle in Gestalt zweier durch eine Membran geschiedener Räume entgegen, welche uns von den Armen und übrigen Pinnulae her als Dorsalcanal und Ventralcanal bekannt sind. Ersterer besitzt in seiner dorsalen Wandung dieselben Wimperbecher, welche in den anderen Pinnulae vorkommen. Letzterem fehlen die Septalstränge. Den zwischen Beiden im Arm und den anderen Pinnulae gelegenen Genitalcanal mit dem Genitalstrange vermissen wir hier. Das Wassergefäss giebt keine seitlichen Aeste ab; es fehlen die Tentakel und mit ihnen die Tentakelrinne. Die kugeligen Körper aber, die das Wassergefäss überall begleiten, sind auch hier vorhanden. Fraglich ist mir geblieben, ob die oralen Pinnulae einen Zweig des radiären Nerven besitzen oder nicht. Nicht uninteressant ist es, darauf hinzuweisen, dass die Organisation der oralen Pinnulae dieselbe ist, welche auch allen anderen Pinnulae, sowie dem Arme selbst an der Spitze zukommt. Auch dort findet sich kein Genitalcanal, keine Tentakelrinne, keine Tentakel, wohl aber noch das Wassergefäss, die kugeligen Körper, Dorsal- und Ventralcanal, welche letztere sich schliesslich zu einem einzigen Raume vereinigen (vergl. Anatomie der Arme). Tentakellose (= Füsschenlose) Wassergefässe, wie hier in bestimmten Theilen des Crinoideenkörpers, finden sich bekanntlich auch bei anderen Echinodermen, z. B. bei Molpadiden.

Die Kalkkörper.

Am Schlusse dieser anatomischen Beiträge mögen noch einige Zeilen den Kalkkörpern gewidmet sein, welche man, abgesehen von den grösseren Kalkgliedern des Kelches und der Radien, in dem Bindegewebe an den verschiedensten Stellen findet. Der kleinen ästigen Kalkgebilde aus den Saumläppchen der Tentakelrinnen ist bereits bei der Schilderung der Arme gedacht worden (Perrier Nr. 30). In dem Bindegewebe der Scheibe sind Kalkkörper sehr zahlreich vorhanden. Sie kommen dort erstens vor in der Körperwand selbst und finden sich hier besonders zahlreich in der Umgebung des Wassergefässringes, sowie rechts und links von den Tentakelrinnen; sie besitzen hier eine unregelmässige netzförmige und ästige Gestalt bei sehr verschiedener

Grösse (Fig. 39), und sind meist nach mehreren Richtungen hin entwickelt, so dass sie dadurch oft die Form allseitig durchbrochener Nester annehmen. Zweitens kommen sie nicht minder zahlreich in den Bindegewebszügen der Leibeshöhle, namentlich der intervisceralen Leibeshöhle vor und erreichen ihre stärkste Ausbildung in dem Bindegewebe des Eingeweidesackes[1]. Diese Kalkkörper der Leibeshöhle sind hinsichtlich ihrer Gestalt nicht streng zu sondern von denjenigen der Körperwand, da sich (Fig. 69—72) häufige Zwischenformen finden; meist jedoch sind sie im Gegensatz zu jenen vorzüglich in einer Ebene ausgebildet und haben so eine platte Gestalt erhalten, welche gewöhnlich nur von kurzen Fortsätzen nach der einen oder anderen Seite hin überragt wird. In Fig. 39 erblickt man eine grössere Anzahl Kalkkörper in den Gewebszügen der Leibeshöhle. Nur wenige kleinere liegen so, dass sie dem Beschauer ihre Fläche zukehren, die meisten zeigen ihre Kante und kehren die eine ihrer beiden Flächen dem Centrum der Scheibe zu. Joh. Müller (Nr. 26, p. 231) unterscheidet die netzförmigen Kalkkörper (Fig. 72) von »gestreiften, unregelmässigen, breiteren Ablagerungen einer anderen zerbrechlichen, durchsichtigen Substanz, welche von Essigsäure ohne Aufbrausen gelöst wird«. Diese Unterscheidung ist indessen nicht haltbar; denn es finden sich, was die Form angeht, alle Uebergänge zwischen den Kalknetzen (Fig. 69, 72) und den plattenförmigen Ablagerungen (Fig. 68, 70); der Uebergang geht in der Weise vor sich, dass die Kalknetze ihren zackigen Contour immer mehr abrunden und die sie durchbohrenden Löcher bis zum schliesslichen Schwunde verkleinern (Fig. 71). In den ausgebildeten Platten sieht man oft noch einige wenige radiär auseinander strahlende schlitzförmige Oeffnungen, sowie ganz niedrige bald sich verlierende Leisten, welche von dem Rande der Platte gegen die Mitte hin gerichtet sind (Fig. 68, 70). Bezüglich des chemischen Verhaltens der Platten kann ich keinen Unterschied von den Kalknetzen finden[2]. Setze ich zu den dünnen isolirten plattenförmigen Ablagerungen Essigsäure zu, so findet allerdings keine so lebhafte Gasentwicklung statt, wie bei den stärkeren netzförmigen Ablagerungen. Die Gasentwicklung ist so gering, dass man sie erst mit Zuhülfenahme des Mikroskopes er-

1) Dieselben sind zuerst beobachtet von Dujardin (Nr. 6*a*).

2) Aus Joh. Müller's Tafelerklärung (Nr. 26, p. 248) geht übrigens hervor, dass er bezüglich der chemischen Reaction der plattenförmigen Ablagerungen seiner Sache nicht ganz gewiss war. Es scheinen diese plattenförmigen Ablagerungen Joh. Müller's zu sein, aus welchen Teuscher (Nr. 37, p. 260) »helle Stäbchen, welche den Säuren widerstehen sollen« macht und von denen er nichts bemerken konnte.

kennt; dann aber erblickt man ganz deutlich, wie sich bei der Auflösung der anorganischen Substanz der Platten kleine Gasbläschen bilden. Die plattenförmigen Kalkkörper zeigen eine namentlich bei allmäliger Einwirkung der Säure sehr augenfällig auftretende unregelmässig concentrische Schichtung.

III. Allgemeine Bemerkungen.

In diesem letzten Abschnitte der vorliegenden Abhandlung sollen die wichtigsten Puncte aus der Anatomie der einzelnen Organsysteme der Crinoideen nochmals zusammengefasst und daran einige, insbesondere vergleichend-anatomische Bemerkungen geknüpft werden. Ich behandele der Reihenfolge nach das Nervensystem, das Wassergefässsystem, das Blutgefässsystem, die Geschlechtsorgane und die Leibeshöhle.

Das Nervensystem.

Nachdem durch W. B. Carpenter (Nr. 3, 4, 5) und Semper (Nr. 35) nachgewiesen war, dass der von Joh. Müller als Nerv beschriebene Strang zu den Generationsorganen gehöre (Genitalstrang), war man zunächst in völliger Unkenntniss über das Nervensystem der Crinoideen. Carpenter suchte diese Lücke auszufüllen durch die Vermuthung, die Faserstränge in den radiären Kalkgliedern seien Nerven und das gekammerte Organ im Centrodorsale repräsentire deren Centralorgan. Semper äusserte die gleiche Vermuthung, warf aber zugleich die Frage auf, ob nicht ein anderes von ihm bei Actinometra armata aufgefundenes Gebilde (sein Strang x) gleichfalls zu dem gesuchten Nervensystem gehöre. Die letztere Frage hat durch P. H. Carpenter (Nr. 2), wie wir oben sahen, ihre Erledigung gefunden; derselbe zeigte, dass Semper's Strang x eine keineswegs continuirliche, sondern in Abständen unterbrochene, pigmentirte, zellige Verdickung des zwischen Wassergefäss und Ventralcanal befindlichen Gewebes sei.

In ein neues Stadium trat die Frage nach dem Nervensystem der Crinoideen durch den zuerst von mir (Nr. 22), dann auch von P. H. Carpenter (Nr. 2) und Teuscher (Nr. 37) erbrachten Nachweis, dass unter dem Epithel der Tentakelrinne und des Mundeinganges sich dieselben Elemente wiederfinden, die bei den Asteriden als Nervenelemente aufgefasst werden. Von vergleichend-anatomischem Standpuncte ist der Schluss vollkommen gerechtfertigt, dass jene subepithelialen Gebilde auch bei den Crinoideen das Nervensystem darstellen. Dieselben sind feine Längsfasern mit dazwischen liegenden oder, wie mir wahrscheinlicher ist, in ihren Verlauf eingeschalteten Zellen. In einem jeden Am-

bulacrum bilden sie ein plattes Band, den radiären Nerven; am Munde vereinigen sich die fünf radiären Nervenbänder zu einem diesen umgebenden, ebenfalls platten Nervenringe. Es kehren also bezüglich des Nervensystems bei den Crinoideen dieselben Verhältnisse wieder, die uns von den übrigen Echinodermen bekannt sind und es besitzen also alle Echinodermen ohne Ausnahme einen den Mund umgebenden Nervenring und fünf davon ausstrahlende radiäre Nervenstämme, welch' letztere stets unter der Tentakelrinne (Asteriden, Crinoideen) oder den an ihre Stelle tretenden Gebilden (Ophiuriden, Echinoideen, Holothurien) gelegen sind.

Ueber die der Tentakelrinne der Crinoideen und Asteriden homologen Theile der Ophiuriden, Echinoideen und Holothurien habe ich eine von Greeff's Anschauung (Nr. 11, p. 168) abweichende Meinung geäussert (Nr. 22, p. 107), auf welche ich indessen hier nicht näher eingehen will, da ich im Verlaufe meiner Echinodermenstudien Gelegenheit finden werde, ausführlich darauf zurückzukommen.

Hinsichtlich der Nerven der Asterien und deren Vergleichung mit den Nerven der Crinoideen sei bemerkt, dass Greeff (Nr. 10, p. 95, 101. Nr. 12, p. 21) bei beiden Gruppen zwischen dem eigentlichen Epithel der Tentakelrinne und dem darunter gelegenen aus Längsfasern gebildeten Bande (dem Nerven) keine Unterscheidung macht, sondern die ganze epitheliale Auskleidung der Tentakelrinne mitsammt der darunter befindlichen Längsfaserschicht als Nervenband bezeichnet. Auf eine ausführliche Discussion dieser Auffassung Greeff's sowie auch der davon wesentlich differirenden, kürzlich von Lange (Nr. 18) vorgetragenen Ansichten einzugehen, kann an diesem Orte nicht meine Absicht sein, um so weniger, als ich Untersuchungen über das Nervensystem der Echinodermen überhaupt, welche ich seit längerer Zeit begonnen, in extenso hoffe mittheilen zu können, sobald ich zu einem Abschlusse derselben gekommen bin. Nur mit Rücksicht auf die im Vergleich zu den Crinoideen uns ganz besonders interessirenden Nerven der Asterien möchte ich schon hier meine Ansicht dahin aussprechen, dass die subepitheliale Faserlage, welche durchsetzt wird von fadenförmigen Verlängerungen des darüber gelegenen Epithels allein den Nerven darstellt. Diese Faserlage ist es denn auch, die wir bei den Crinoideen wiederfanden und es kann keinem Zweifel unterworfen sein, dass wenn sie bei den Asterien nervöser Natur ist — und dafür spricht vor allen Dingen ihre Verbindung mit Sehorganen — sie auch bei den Crinoideen die gleiche Eigenschaft besitzt.

Dürfen wir es demnach als sichergestellt betrachten, hier das gesuchte Nervensystem der Crinoideen vor uns zu haben, so bedarf doch

noch jene andere von W. B. CARPENTER in den Vordergrund der Discussion geschobene Frage einer Erörterung, ob nämlich nicht auch die Faserstränge und das gekammerte Organ zum Nervensystem gehören? Indem wir in diese Besprechung eintreten, möge vorausgeschickt werden, dass W. B. CARPENTER (Nr. 6, p. 2) und nicht minder P. H. CARPENTER (Nr. 2, p. 578, 583) einräumen, dass das dem Nervensystem der übrigen Echinodermen morphologisch gleichwerthige Gebilde der Crinoideen in dem von mir entdeckten subepithelialen oralen Nervenringe und den davon ausstrahlenden radiären Nerven gegeben sei. Es handelt sich nur darum ob ausser diesen ambulacralen [1]) Nervensystem die Crinoideen in dem gekammerten Organ und den Fasersträngen auch noch ein bis jetzt bei den übrigen Echinodermen völlig unbekanntes antiambulacrales Nervensystem besitzen. Es ist einleuchtend, von welcher Tragweite für die vergleichende Anatomie und deren Schlussfolgerungen die bejahende oder verneinende Beantwortung dieser Frage ist. Die beiden CARPENTER sind der entschiedenen Ansicht, dass wirklich das gekammerte Organ und die Faserstränge ein antiambulacrales Nervensystem darstellen und sind geneigt dasselbe in physiologischer Hinsicht als ein motorisches Nervensystem dem ambulacralen, das sie als ein sensitives bezeichnen, entgegenzustellen. Die Beweisgründe, welche sie für die Nervennatur der Faserstränge und des gekammerten Organes anführen sind zweierlei Art: erstens morphologische, zweitens physiologische. Betrachten wir zunächst jene.

W. B. CARPENTER constatirt selbst, dass die Faserstränge nicht die characteristische Natur des Nervengewebes besitzen, glaubt aber dennoch darin, dass er bei Antedon celticus zwischen den Kalkgliedern der Arme paarige Zweige von ihnen abgehen sah, welche sich an den Muskeln verästeln, einen genügenden Grund zu sehen um sie als Nerven anzusprechen (Nr. 5, p. 221). Noch ausführlicher beschreibt P. H. CARPENTER Zweige der Faserstränge (Nr. 2, p. 584). Nach seinen Beobachtungen schwellen bei Actinometra armata und Actinometra nigra die Faserstränge in der Mitte jedes Kalkgliedes der Arme und Pinnulae beträchtlich an und geben an dieser Stelle vier Hauptzweige ab. Zwei derselben ziehen ventralwärts und lösen sich in zahlreiche Zweige auf von denen eine Anzahl bis in die Saumläppchen sich verfolgen liessen. Die beiden anderen Hauptzweige scheinen zum Theil einzutreten in das Grundgewebe der Kalkglieder, zum Theil aber sich mit Epidermis-Bildungen (Tastpapillen?) in Verbindung zu setzen. Weniger deutliche Zweige der Faserstränge hat derselbe Forscher auch bei Antedon Eschrichtii

[1]) Wegen seiner Lagebeziehung zum Wassergefässsystem möge es so heissen.

beobachtet. Die Abgabe von Zweigen beweist nun aber an und für sich genommen durchaus nicht die nervöse Natur der Faserstränge. Da ferner P. H. Carpenter die Verbindung der Zweige mit Bildungen der Oberhaut, die allenfalls als Sinnesorgane gedeutet werden könnten, nur als wahrscheinlich hinstellt, nicht aber mit aller wünschenswerthen Sicherheit beobachtet hat, so kann dieselbe auch nicht als Beweismittel benutzt werden. Von den Zweigen aber, welche nach P. H. Carpenter überzugehen scheinen »into the plexus of tissue forming the organic basis of the skeleton« ist doch wohl kaum anzunehmen, dass sie nervöser Natur sind. Sie sprechen viel eher für die Ansicht, dass die Faserstränge als unverkalkt gebliebene Theile des skeletbildenden Gewebes aufzufassen sind, welche die Bestimmung haben, die für den Aufbau und die Ernährung der Kalkglieder nöthigen Substanzen aus dem Blutgefässsystem aufzunehmen und an die Stelle ihrer Verwendung überzuführen. Was endlich die von W. B. Carpenter behaupteten Zweige an die Muskeln anlangt, so war es mir bis jetzt nicht möglich mich von deren Vorhandensein zu überzeugen. Sonach vermag ich in den von den beiden Carpenter angeführten anatomischen Verhältnissen keinen Beweis dafür zu finden, dass die Faserstränge Nerven sind.

Wir wenden uns also zu Betrachtung des physiologischen Beweises, welchen W. B. Carpenter für die nervöse Natur der Faserstränge und des gekammerten Organs erbracht zu haben glaubt. Die von ihm angeführten Experimente sind so interessant, dass ich mir nicht versagen kann, dieselben hier mitzutheilen.

1) Wird die Eingeweidemasse aus der Scheibe entfernt, so dass nur der Kelch mit den Armen übrig bleiben und wird dann von der Ventralseite her zwischen den ersten Radialien hindurch mit einer Nadel ein Reiz auf das gekammerte Organ ausgeübt, so schlagen alle Arme plötzlich und gleichzeitig zusammen.

2) Wird ein derartig behandeltes Individuum ins Wasser zurückgesetzt, so schwimmt es in derselben Weise vermittelst alternirender Bewegung der Arme, wie dies W. B. Carpenter vom unversehrten Thiere ausführlich beschreibt.

3) Wird einem Individuum das Centrodorsale mit dem darin befindlichen gekammerten Organ ausgeschnitten und dann das Thier ins Wasser zurückgesetzt, so bewegen sich die Arme nicht, sondern bleiben unbeweglich in gestrecktem Zustande.

4) Durchschneidung der Weichtheile, also auch der ambulacralen Nerven an einem einzelnen Arme stört die Regelmässigkeit in der Bewegung dieses und der übrigen Arme nicht (Nr. 4, p 6).

5) Anätzung des Faserstranges eines Armes hat eine starre Streckung des letzteren zur Folge (Nr. 6, p. 3).

W. B. Carpenter schliesst aus diesen Versuchen, dass das gekammerte Organ das nervöse Centrum für die coordinirten Bewegungen der Arme beim Schwimmen ist und dass die Faserstränge die peripherischen Theile desselben sind. Ich muss gestehen, dass diese Experimente sehr für Carpenter's Ansicht zu sprechen scheinen. Da ich indessen selbst nicht in der Lage war dieselben zu wiederholen, darf ich mir nicht erlauben, eine ins Einzelne gehende Kritik an sie anzulegen [1]), sondern kann nur im Allgemeinen mein Bedenken darüber aussprechen, dass der experimentelle Nachweis von Reizleitungen bei allen Thieren ausnahmslos die Existenz anatomisch demonstrirbarer Nervenbahnen fordere. Aber selbst wenn wirklich die Faserstränge Nerven sind, so erheben sich sofort auch von physiologischem Gesichtspuncte aus Schwierigkeiten, die von Carpenter unbeachtet geblieben sind. Sind die Faserstränge der Arme und Pinnulae Nerven, so müssen es auch bei ihrer gleichen Structur und gleichen Herkunft die Faserstränge in den Kalkgliedern der Cirrhen sein. Die Cirrhen besitzen nun aber keine Muskeln, also auch keine willkürliche Bewegung, wie Joh. Müller (Nr. 26, p. 186) mit aller Bestimmtheit, gestützt auf zahlreiche Beobachtungen, hervorhebt. Wozu also ein dieselben in ihrer ganzen Länge durchziehender (motorischer) Nervenstrang?

Bei dieser Lage der Sache vermag ich Carpenter's Ansicht, dass die Faserstränge Nerven seien und folglich den Crinoideen im Gegensatz zu den übrigen Echinodermen ausser dem ambulacralen noch ein antiambulacrales Nervensystem zukomme, nicht zu theilen, sondern halte zunächst fest an der anderen vorhin geäusserten Auffassung der Faserstränge.

Nicht zu verkennen ist, dass hinsichtlich der peripherischen Verbreitung der ambulacralen Nervenbahnen noch namentlich eine Lücke sich fühlbar macht, ich meine die Beziehung der Nerven zu den Muskeln. Weiteren Untersuchungen bleibt es vorbehalten zu zeigen, ob die radiären Nerven Aeste zu den Muskeln abgeben oder nicht.

1) Nur zu Experiment 5 möchte ich mir eine Bemerkung gestatten. Nach Carpenter hat die durch Anätzung herbeigeführte Reizung des Faserstranges im Arme ein Aufhören der Bewegungen desselben zur Folge. Damit steht aber die Beobachtung Dujardin's (Nr. 6 a) nicht recht in Einklang, welcher von abgebrochenen Armen oder Pinnulae angiebt, dass sie »conservent le mouvement vital pendant plusieurs heures«; denn beim Abbrechen des Armes wird auch der Faserstrang zerrissen, also ein sehr energischer Reiz auf ihn ausgeübt.

Das Wassergefässsystem.

Blicken wir zurück auf die thatsächlichen Verhältnisse, welche wir in dem speciellen Theile dieser Abhandlung sowohl in dem Abschnitte über die Anatomie der Arme als in dem über den Bau der Scheibe hinsichtlich der Wassergefässe und deren Anhangsgebilde kennen gelernt haben, so ist die wesentliche Uebereinstimmung mit dem gleichnamigen Organsystem der übrigen Echinodermen augenscheinlich. Es besteht dasselbe hier wie dort aus zwei Haupttheilen, erstens dem den Mund umkreisenden Wassergefässringe und zweitens den davon ausstrahlenden radiären Wassergefässen.

Anhangsgebilde des Wassergefässsystems der Echinodermen sind einerseits über die Körperoberfläche hinausragende, je nach der Function Füsschen oder Tentakel genannte Ausstülpungen, anderseits in die Leibeshöhle hängende meist ampullenförmige Ausweitungen (Füsschen- und Tentakelampullen, Poli'sche Blasen), welche zur Schwellung der Füsschen und Tentakel und zur Bewegung der Flüssigkeit im Wassergefässsystem überhaupt dienen. Die ersterwähnten Anhangsgebilde fehlen auch den Crinoideen nicht, denn ihre Tentakel sind ganz evident den Füsschen der übrigen Echinodermen morphologisch gleichwerthig. Dass dieselben hier in keiner Beziehung zur Ortsbewegung des Thieres stehen, ist für die morphologische Vergleichung gänzlich belanglos und kommt überdies auch bei anderen Echinodermen vor; so sind, um nur eines der zahlreichen Beispiele zu nennen, die Füsschen des Bivium's vieler Holothurien zu sogenannten Ambulacralpapillen geworden. An ein Homologisiren der Tentakel der Crinoideen mit den Hautkiemen der Asterien (W. B. Carpenter Nr. 5, p. 224) kann gar nicht gedacht werden, denn letztere sind Ausstülpungen der Leibeshöhle, die in keinerlei anatomischer Verbindung mit den Wassergefässen stehen. Es fragt sich nun aber weiterhin, ob denn auch die nach innen gerichteten Anhänge der Wassergefässe (die Ampullen und Poli'schen Blasen) der übrigen Echinodermen bei den Crinoideen vorkommen. In dieser Beziehung sind die Crinoideen entschieden niedriger organisirt, denn es finden sich jene nach innen gerichteten ampullenförmigen Aussackungen, soweit wir bis jetzt wissen, nirgendwo an ihren Wassergefässen. Es haben aber diese Gebilde bei ihnen einen Ersatz gefunden in den von den queren Muskelfäden durchzogenen seitlichen Theilen der Wassergefässe. Es ist leicht ersichtlich, dass durch die Contraction dieser Muskelfäden die untere Wand des Wassergefässes der oberen genähert wird. Da nun ein jeder von den Muskelfäden durchzogene Bezirk einem Ramus tentacularis des Wassergefässes gegenüber liegt

(vergl. Fig. 47), so wird durch die Contraction der Muskelfäden die Flüssigkeit aus dem betreffenden Bezirke hinüber getrieben in den Tentakelast und weiterhin in die Tentakel selbst. Ausser dieser physiologischen Erwägung spricht aber auch ein morphologischer Grund dafür, dass die Ampullen der übrigen Echinodermen bei den Crinoideen durch die Bezirke der das Lumen der Wassergefässe durchsetzenden Muskelfäden vertreten werden. Es kommen nämlich, wie bei der Anatomie der Arme berichtet wurde, in den Ampullen anderer Echinodermen (der Echinen) gleichfalls derartige Muskelfäden vor.

Das Wassergefässsystem der Echinodermen besitzt besondere Zuleitungsorgane; es sind das die als Steincanäle und Madreporenöffnungen bekannten Bildungen. Es erhebt sich nun die Frage wie sich in dieser Hinsicht die Crinoideen verhalten. Was zunächst die Steincanäle betrifft, so haben wir die an dem Ringcanal des Wassergefässsystems hängenden in die Leibeshöhle sich öffnenden Schläuche als solche kennen gelernt. Es ist dabei selbstverständlich ohne tiefere Bedeutung, dass diese Zuleitungsorgane des Wassergefässsystems bei den bis jetzt untersuchten Crinoideen keine Verkalkungen in ihrer Wandung besitzen und demnach dem Namen Steincanäle keine Ehre machen. Die den Madreporenöffnungen der anderen Echinodermen morphologisch gleichwerthigen Gebilde der Crinoideen sehe ich in den Kelchporen. Die ausführliche vergleichend-anatomische Begründung dafür, dass die Schläuche am Ringcanal Steincanäle, die Kelchporen aber Madreporenöffnungen sind, würde hier zu weit führen, da eine Reihe von neuen darauf bezüglichen Beobachtungen an anderen Echinodermen vorgelegt werden müssten. Ich beabsichtige vielmehr diesen Punct, die vergleichende Anatomie des Madreporenapparates und der Steincanäle der Echinodermen zum Gegenstand einer besonderen Studie zu machen.

Indem ich gestützt auf die mitgetheilten Thatsachen und die daran geknüpften Erörterungen den schon früher (Nr. 21, p. 362) von mir ausgesprochenen Satz, dass die Crinoideen »ein echtes Wassergefässsystem in der für alle Echinodermen typischen Ausbildung besitzen« wiederhole, wende ich mich zu den dagegen gemachten Einwürfen. Dieselben sind erstlich anatomischer, zweitens entwicklungsgeschichtlicher Natur. W. B. Carpenter (Nr. 5, p. 214) behauptet, das Wassergefässsystem besitze bei den Crinoideen keinen distincten Ringcanal. Semper (Nr. 36, p. 60) geht noch weiter und stellt überhaupt bei ihnen die Existenz des ganzen Wassergefässsystems in Abrede. Da aber Semper, wie ich annehmen darf, an den unter

seinen Augen angefertigten Präparaten P. H. Carpenter's sich von der Irrthümlichkeit seiner Behauptung selbst überzeugt hat und da ferner aus einem Vergleiche meiner Mittheilungen mit denjenigen von W. B. Carpenter klar hervorgeht, dass dessen Ansicht ihren Grund darin hat, dass er den wirklichen Ringcanal übersah und anstatt seiner die unmittelbar darunter gelegenen zur Leibeshöhle gehörigen Maschenräume mit den radiären Wassergefässen communiciren liess, so ist jenen Einwürfen jegliche Basis entzogen. P. H. Carpenter (Nr. 2, p. 575, 576) indessen setzt die Polemik gegen das Vorhandensein eines echten Wassergefässsystems fort und versucht weitere Gründe dagegen anzuführen, von denen wir aber sogleich sehen werden, dass sie ebensowenig stichhaltig sind wie die vorhin erwähnten. Man habe bis jetzt keine Cilien in den Wassergefässen der Crinoideen nachweisen können, während dieselben bei allen übrigen Echinodermen vorkommen. Ich habe aber schon oben darauf hingewiesen, dass in dieser Hinsicht sich Uebergänge bei den Echinodermen finden. Ueberdies ist das Fehlen der Wimpern, wenn es sich wirklich in dem Wassergefässsystem der Crinoideen als ein constantes erweisen sollte [1]), allein noch kein genügender Grund, die morphologische Gleichwerthigkeit des genannten Organsystemes mit demjenigen der übrigen Echinodermen in Abrede zu stellen. An Beispielen, die dies erhärten, ist kein Mangel. Hauptsächlich aber beruft sich P. H. Carpenter auf die entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen seines Vaters (Nr. 3, Nr. 5, p. 227) und E. Metschnikoff's (Nr. 24, p. 508, 509), aus welchen hervorgehe, dass das Wassergefässsystem der Crinoideen sich nicht nach der bei den übrigen Echinodermen bekannt gewordenen Weise entwickele. Ein glückliches Zusammentreffen hat es nun aber gefügt, dass während ich von der vergleichend-anatomischen Untersuchung des erwachsenen Thieres ausgehend die Homologie des Wassergefässsystemes der Crinoideen mit demjenigen der übrigen Echinodermen bestimmt aussprach, Götte (Nr. 7) durch eine genauere Untersuchung der Entwicklungsgeschichte zu dem gleichen Resultate gelangte. Er führte den Nachweis, dass die angedeuteten entwicklungsgeschichtlichen Angaben von W. B. Carpenter und Metschnikoff irrthümlich sind; dass vielmehr das Wassergefässsystem des Antedon rosaceus sich in wesentlich gleicher Weise bilde wie bei den anderen Echinodermen. So bleibt denn von allen Einwendungen gegen die Behauptung, dass die Crinoideen ein demjenigen der übrigen Echinodermen homologes Wassergefässsystem besitzen, auch nicht eine bestehen.

1) In einem Theile des Wassergefässsystems, nämlich den Steincanälen, hat übrigens Greeff, wie oben schon angeführt, Wimperung beobachtet.

Eine Bemerkung bezüglich der Anordnung der Muskelfasern in der Wandung des Wassergefässsystemes der Echinodermen möge hier noch Platz finden. Wir sahen, dass bei den Crinoideen in allen Theilen des Wassergefässsystemes, wo überhaupt Muskelfasern in der Wandung vorkommen (wir sehen hier ab von den das Lumen durchsetzenden Muskelfäden), es stets Längsfasern, niemals Ringfasern sind. Bei anderen Echinodermen kommen ganz dieselben Verhältnisse vor. So beschreibt SEMPER (Nr. 34) bei Holothurien in dem Ringcanal, den Tentakelcanälen, den radiären Wassergefässen, den Ampullen und den Füsschen überall Längsmuskelfasern, und stellt das gleichzeitige Vorhandensein von Ringmuskelfasern in entschiedene Abrede. Interessant ist dabei die weitere Beobachtung SEMPER's, dass bei einzelnen Holothurien, z. B. Stichopus variegatus sich an den bezeichneten Orten überall Ringmuskelfasern, aber keine Längsmuskelfasern finden. Es kommen also in den einzelnen Abschnitten des Wassergefässsystemes bald Längs-, bald Ringmuskelfasern vor, die sich aber gegenseitig ausschliessen. Dieser Satz passt auch für alle anderen Echinodermen, wie aus folgenden Beispielen hervorgeht: Bei Asteriden in den Füsschen nur Längsmuskelfasern[1]) nach HOFFMANN (Nr. 17, p. 24); bei den Ophiuriden ebendort gleichfalls nur Längsmuskulatur nach TEUSCHER (Nr. 37, p. 269); bei den Echiniden in dem Wassergefässring und den radiären Wassergefässen nur Ringmuskelfasern, in den Füsschen aber nur Längsmuskelfasern nach HOFFMANN (Nr. 16, p. 77 sqq.); bei Spatangiden in den Füsschen nur Längsmuskulatur nach HOFFMANN (Nr. 16, p. 89). Eine Schwierigkeit erwächst durch das sich gegenseitig ausschliessende Vorkommen der Längs- und Ringmuskulatur für die Erklärung der Bewegungserscheinungen der einzelnen Abschnitte des Wassergefässsystemes, insbesondere der Füsschen, nicht, wie leicht einzusehen ist.

Es ist in dem speciellen Theile öfters die Rede gewesen von dem Längsmuskelbande in der oberen Wand der radiären Wassergefässe, welches PERRIER als bandelette musculaire beschrieben hat. Ganz dasselbe Gebilde kommt nun auch bei den Holothurien vor; auch in ihren radiären Wassergefässen sind die Muskelfasern beschränkt auf ein in der oberen (äusseren) Wand liegendes Längsmuskelband. Man vergleiche

1) GREEFF (Nr. 10, p. 98) beschreibt allerdings in den Füsschen der Asterien Längs- und Ringmuskulatur und darauf nach innen folgend eine elastische Längsfaserlage. Letztere ist nun aber nach meinen Untersuchungen identisch mit der von HOFFMANN (Nr. 17, p. 24) richtig erkannten Längsmuskellage; GREEFF's Muskelschichten aber sind die von HOFFMANN beschriebenen Bindegewebsschichten, von denen die äussere longitudinal, die innere transversal gefasert ist.

nur mit der Darstellung, die ich von dem Längsmuskelband in den Radiärgefässen der Crinoideen gegeben habe, mit der folgenden Beschreibung Semper's von der Muskulatur in den Radiärgefässen der Holothurien. »Ihre (der Radiärgefässe) nach Innen gegen die Muskelschicht des Leibes anstossende Fläche trägt nur ein einfaches Epithel und keine Muskelfasern, ihre an die Cutis grenzende Fläche zeigt zwischen Epithel und Bindegewebe eine einfache Lage muskulöser Längsfasern«. (Nr. 34, p. 125.)

Das Blutgefässsystem.

Das Blutgefässsystem besitzt einen oralen Ringcanal und fünf davon ausgehende radiäre Gefässe, welche Aeste zu den Tentakelgruppen entsenden. Wegen ihrer Lage unmittelbar unter den Nerven werden sie auch Nervengefässe (und Nervengefässring) genannt. Mit dem oralen Blutgefässringe steht, vermittelt durch Aussackungen desselben, höchst wahrscheinlich ein das Anfangsstück des Darmes umgebender Gefässplexus in Zusammenhang, in welchen sich das dorsale Organ auflöst. Letzteres ist wohl als das Centralorgan des ganzen Blutgefässsystems aufzufassen. Mit ihm steht ein den Darm umspinnendes intervisccrales Gefässnetz in Verbindung, sowie Gefässe, welche in der circumvisceralen Leibeshöhle, insbesondere unter den Ventralcanälen der Scheibe gelagert sind und von denen je eines in die beiden zu einem Radius gehörigen Arme und deren Pinnulae eintritt, um hier in Gestalt eines Blutraumes die Genitalröhre zu umschliessen. Das dorsale Organ tritt in Form eines Gefässbündels in das Centrodorsale ein. Hier erweitern sich fünf peripherisch und radiär gelegene Gefässe desselben und bilden so das gekammerte Organ, dessen faserige Umhüllungsmasse Stränge abgiebt, welche nach einem complicirten Verlauf in den Kelchgliedern sich in die Kalkstücke der Arme und Pinnulae begeben und diese ihrer ganzen Länge nach durchziehen. Die Faserstränge sind zu betrachten als unverkalkt gebliebene Theile der bindegewebigen Grundlage der Kalkglieder, deren Aufgabe es ist, aus dem Blutgefässsystem, genauer aus den fünf Kammern, die ernährende Flüssigkeit aufzunehmen und den Arm- und Pinnulagliedern zuzuführen. Bestimmte Bahnen für die Leitung der ernährenden Flüssigkeit in oder neben den Fasersträngen liessen sich nicht nachweisen; sonach ist man zu der Annahme gezwungen, dass die Aufnahme und Weiterleitung der Blutflüssigkeit durch eine von den Blutkammern ausgehende Durchtränkung der ganzen Fasermasse stattfindet. Die nicht zu Kammern erweiterten Gefässe des dorsalen Organs werden zu Cirrhengefässen, die gleichfalls von der

Fasermasse umhüllt werden. Da die Kammern nach dieser Auffassung Blutreservoire für die Ernährung der radiären Kalkglieder darstellen, so lässt sich der Vermuthung Raum geben, dass ihre Erweiterung deshalb stattgefunden hat, weil für den angegebenen Zweck eine grössere Blutmenge erforderlich war. Von Interesse scheint es mir bezüglich dieser Frage zu sein, entwicklungsgeschichtlich festzustellen, ob nicht anfänglich die radiären Faserstränge (ganz so wie die Faserstränge in den Cirrhen der erwachsenen Thiere) offene Blutbahnen umschliessen, die dann später obliteriren und ob ferner die Kammerbildung der peripherischen Gefässe des dorsalen Organs eine ursprünglich angelegte ist oder erst allmälig im Verlauf der Entwicklung sich einstellt.

In vergleichend-anatomischer Beziehung dürfte es zweifellos sein, dass der orale Blutgefässring und die radialen Nervengefässe den gleichnamigen Theilen der Asteriden homolog sind. Es fragt sich aber weiterhin, ob auch die übrigen beschriebenen Theile des Blutgefässsystems der Crinoideen sich bei anderen Echinodermen wiederfinden. Bezüglich der Aussackungen, welche vom oralen Blutgefässringe herabhängen, und des Gefässgeflechtes, welches den Munddarm umgiebt und mit welchem sich jene wahrscheinlich verbinden, ist es möglich, dass sie dem Gefässgeflechte, welches bei den Holothurien als »Schlundkrause« von Semper (Nr. 34, p. 118) beschrieben worden ist, sowie vielleicht den Tiedemann'schen Körperchen der Asterien [1]) zu vergleichen sind. Da aber die Untersuchungen der hier in Betracht gezogenen Theile des Blutgefässsystems der Crinoideen noch nicht zu der wünschenswerthen Bestimmtheit der Resultate gekommen sind, so fehlt es einstweilen auch noch an fester Basis für eine sichere Vergleichung. Auch mit Rücksicht auf das Homologon des dorsalen Organes der Crinoideen bei den anderen Echinodermen möchte ich meine Ansicht einstweilen nur vermuthungsweise äussern. Ich sehe dasselbe in dem mit dem Steincanal in eine gemeinschaftliche Hülle eingeschlossenen, meist Herz genannten Organ der Asterien. Die Berechtigung dieser Anschauung hoffe ich an einem anderen Orte ausführlich darthun zu können.

Was nun aber das gekammerte Organ, die darumgelegene Fasermasse und die davon ausstrahlenden Faserstränge der Kalkglieder anbelangt, so sind bis jetzt ihnen vergleichbare Gebilde bei anderen Echinodermen nicht bekannt geworden. Ob nicht aber doch noch sich Theile finden werden, die einen Vergleich mit ihnen zulassen, möge dahinge-

1) Von den Tiedemann'schen Körperchen der Asterien würden sich die Aussackungen des Blutgefässringes der Crinoideen dann doch noch dadurch unterscheiden, dass keine Ausweitungen des Wassergefässringes in sie eintreten, wie das bei den Asterien der Fall ist (cf. Semper Nr. 34, p. 118).

stellt sein. Denkbar ist, dass es nur bei den Crinoideen zugleich mit der bei ihnen stattfindenden starken Verkalkung der antiambulacralen Seite des Körpers, sowie der Stiel- und Rankenbildung zur Entstehung eines besonderen peripherischen Abschnittes des Blutgefässsystems kam. Ich wiederhole hier, dass ich in dem gekammerten Organ nur einen peripherischen Theil des Blutgefässsystems sehe, nicht aber das Centralorgan desselben.

Die Blutgefässnetze, welche den Darm umspinnen, finden sich bekanntlich auch bei anderen Echinodermen. Ich brauche nur an die Abbildungen und Beschreibungen zu erinnern, welche z. B. Hoffmann (Nr. 16) von Echinen und Spatangen und Semper (Nr. 34) von Holothurien gegeben haben.

Die Geschlechtsorgane.

Die Geschlechtsorgane sind bei den Crinoideen, wie bei anderen Echinodermen in der Fünfzahl vorhanden. Bei Antedon gleicht jedes Generationsorgan einem Bäumchen, welches mit seiner Wurzel in der Scheibe liegt, sich aber bald in zwei Hauptstämme spaltet, deren jeder einen Arm durchzieht und hier rechts und links alternirend Zweige in die Pinnulae abgiebt. Bei jenen Arten und Gattungen, bei welchen die Arme häufiger oder auch gar nicht getheilt sind, wird selbstverständlich die Verzweigung der Generationsorgane dementsprechend abgeändert sein. Es braucht auch nicht in jede Pinnula ein Zweig einzutreten; so finden wir bei Antedon die oralen Pinnulae nicht mit einem solchen ausgestattet. Da die Arme nur radiär gerichtete Ausweitungen des Körpers sind, könnte es auch nicht Wunder nehmen, wenn es sich herausstellte, dass bei der einen oder anderen Crinoideenform die Generationsorgane gar nicht in die Arme übertreten, sondern auf die Scheibe beschränkt bleiben. Bei den Cystideen ist man bekanntlich geneigt, ein solches Verhältniss als das normale anzusehen.

Besonders beachtenswerth ist nun bei den in die Arme und Pinnulae sich erstreckenden Generationsorganen der Crinoideen, dass ihre Stämme steril sind und nur die in die Pinnulae eintretenden Endzweige reife Geschlechtsproducte zu entwickeln vermögen; ein Verhältniss, welches, so lange es nicht richtig erkannt war, zu der irrigen Anschauung führen konnte, die Crinoideen hätten, im Gegensatz zu allen anderen Echinodermen, ungemein zahlreiche, isolirt von einander in den Pinnulae gelegene Eierstöcke oder Hoden. Auch in der Lage der Geschlechtsöffnungen war man geneigt, eine Differenz zwischen Crinoideen und den übrigen Echinodermen zu statuiren, da bei jenen die Geschlechtsöffnungen sich an

den Pinnulae, bei diesen aber (es kommen hier natürlich nur die Asteriden und Ophiuriden in Betracht) stets an der Scheibe finden. Durch G. O. Sars (Nr. 32, p. 35) haben wir aber erfahren, dass auch bei Brisinga, jener merkwürdigen Asteridenform des Nordmeeres, die Genitalöffnungen an den Armen gelegen sind.

Dass die Entstehung der Geschlechtsproducte, sowie deren Bau in wesentlicher Uebereinstimmung mit den Verhältnissen der übrigen Echinodermen steht, habe ich in der Anatomie der Arme ausführlich gezeigt. Von Interesse ist ferner die Lagebeziehung der Generationsorgane zu der Leibeshöhle und den Blutgefässen. Die Erstere sendet in die Arme und Pinnulae eine als Genitalcanal bezeichnete Fortsetzung, welche zur Aufnahme des Geschlechtsorgans und seiner Verzweigungen dient. Da aber der Genitalcanal keineswegs in seinem ganzen Verlaufe allseitig geschlossen ist, sondern mit den übrigen Fortsetzungen der Leibeshöhle in den Arm, dem Dorsal- und Ventralcanal, anastomosirt, so können wir überhaupt sagen, dass die Generationsorgane der Crinoideen zu ihrem grössten Theile in der Leibeshöhle der Arme liegen. Dasselbe Verhältniss findet sich bekanntlich bei den Asteriden.

Dass endlich auch der Blutraum in der Wandung der Generationsorgane bei anderen Echinodermen vorkommt, habe ich im speciellen Theile dieser Abhandlung nachgewiesen. Nach dem dort Mitgetheilten lassen sich vielleicht die Generationsorgane der Echinodermen überhaupt auch als Blutgefässe betrachten, welche in ihrem Inneren die eigentliche Genitalröhre tragen, aus deren innerem Zellenbelag sich die Eier oder Samenfäden entwickeln. Hierauf bezügliche genauere vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen sind allerdings noch sehr von Nöthen.

Die Leibeshöhle.

Die Leibeshöhle der Crinoideen setzt sich gleich derjenigen der Asteriden in die Arme fort. Sie wird von bindegewebigen Strängen durchzogen, durch deren massenhafte Entwicklung sie zum Theil in ein System allseitig miteinander communicirender Maschenräume verwandelt werden kann, wie wir dies insbesondere an ihrem intervisceralen Abschnitte bei Antedon erkannten. Selbst zu einer nur an bestimmten Stellen durchbrochenen Membran (Eingeweidesack) können sich die Bindegewebszüge in der Leibeshöhle gestalten. Durch die bindegewebigen, ihr Lumen durchziehenden Gebilde wird die Leibeshöhle der Scheibe sowohl als der Arme in mehrere, aber niemals

vollständig von einander geschiedene, sondern stets mit einander, in Verbindung bleibende Hauptabschnitte zerlegt. Als solche unterschieden wir in der Scheibe die axiale, die intervisceral und die circumvisceral Leibeshöhle, in den Armen und Pinnulae den Ventralcanal, den Dorsalcanal und den Genitalcanal. Diese Hauptabschnitte der Leibeshöhle in Scheibe und Armen stehen miteinander paarweise in engerer Beziehung, indem sich die axiale Leibeshöhle fortsetzt in die Ventralcanäle der Arme und Pinnulae, die intervisceral in die Dorsalcanäle und die circumvisceral in die Genitalcanäle.

Bezüglich der Bindegewebszüge, welche die Leibeshöhle durchsetzen, stehen die Crinoideen keineswegs isolirt da, denn auch bei den übrigen Echinodermen ist bekanntlich das Auftreten derartiger Gebilde, die als Mesenterialfäden und -bänder (Asteriden, Ophiuriden, Echinoideen), sowie auch einfach als Mesenterien (Holothurien) beschrieben werden, ein weit verbreitetes. Auch dafür, dass durch stärkere Ausbildung solcher Bindegewebszüge sich einzelne Abschnitte der Leibeshöhle schärfer sondern, finden sich bei anderen Echinodermen Beispiele; ich erinnere nur an den Schlundsinus, Nebenschlundsinus und Geschlechtssinus, wie sie Semper (Nr. 34) von den Holothurien ausführlich beschreibt. Die bei Antedon beobachteten Verkalkungen in den Bindegewebszügen der Leibeshöhle kommen bei anderen Echinodermen in weit stärkerem Grade vor, so insbesondere bei den Clypeastriden, woselbst wir sie in Gestalt kalkiger Pfeiler und ähnlicher Bildungen in der Leibeshöhle finden [1].

Dass endlich auch die Wimperorgane in der Leibeshöhle (im Dorsalcanal der Pinnulae) der Crinoideen bei anderen Echinodermen und zwar, soweit bis jetzt bekannt, nur bei den Synaptiden vorkommen, wurde in der Anatomie der Arme bereits erörtert.

Wir sehen also, vergleichend-anatomisch betrachtet, in der Leibeshöhle der Crinoideen mit Recht eine Bildung, welche in der gleichnamigen der übrigen Echinodermen ihr Homologon hat. Aber auch entwicklungsgeschichtlich gelangt man zu demselben Resultate, denn Götte (Nr. 7) hat jüngst gezeigt, dass die Leibeshöhle des Antedon rosaceus durch Ausstülpung aus der Darmanlage entsteht, also in derselben Weise, wie es von den übrigen Echinodermen bekannt ist.

Schlussbemerkung.

Wie aus dem Titel erhellt, habe ich keine anatomische Monographie der Crinoideen liefern wollen. Möge man mir also auch die Lücken,

[1]) Ausführliches darüber hat insbesondere Joh. Müller (Nr. 27) mitgetheilt.

welche meine Mittheilungen hier und dort lassen, nicht zum Vorwurfe machen. Es soll die hier vorliegende Studie die erste einer grösseren Reihe von Untersuchungen sein, welche insgesammt das Endziel verfolgen, die Verwandtschaftsverhältnisse der Echinodermen untereinander, sowie zu anderen Thierformen mit Hülfe der vergleichenden Anatomie und der Entwicklungsgeschichte möglichst aufzuklären. Mit Absicht habe ich es zu vermeiden gesucht, in dieser ersten, nach jenem Ziele gerichteten Abhandlung, mich in weitgehende Hypothesen ausführlich einzulassen. Die Gelegenheit bot sich freilich an manchen Stellen und der Leser wird bemerkt haben, dass ich es nicht immer unterlassen konnte, meinen an die Beobachtungen und Vergleichungen anknüpfenden Gedankengang unangedeutet zu lassen. Eine eingehende Darlegung desselben, der Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten, wird aber erst am Ende der beabsichtigten Studienreihe am Platze sein.

Das wesentlichste Resultat der in dieser Abhandlung veröffentlichten Untersuchungen ist die Erkenntniss, dass die Crinoideen wahre Echinodermen sind und dass folglich die von W. B. Carpenter (Nr. 4, p. 8) und von Semper (Nr. 34) vertretene Auffassung, es seien die Crinoideen höher entwickelte Cölenteraten, die in Gegensatz zu allen übrigen Echinodermen gestellt werden müssten, unhaltbar ist. Der Beweismomente für die enge Zusammengehörigkeit der Crinoideen mit den Asteroideen, Echinoideen und Holothurioideen haben sich aus der Anatomie und Entwicklungsgeschichte so viele ergeben, dass fast auf jeder Seite dieser Abhandlung ein solches zu finden ist und es überflüssig erscheinen würde, wollte ich dieselben hier nochmals anführen.

Schliesslich möchte ich noch den Wunsch aussprechen, dass die vorliegende Studie auch Anderen die Frucht tragen möge, die sie mir getragen: anregen zu neuen Fragestellungen, neuen Untersuchungen.

Literaturverzeichniss.

Nr. 1. E. Beyrich. Ueber die Crinoideen des Muschelkalks. Abhandlungen d. k. Academie zu Berlin 1857.

Nr. 2. P. Herbert Carpenter. Remarks on the Anatomy of the Arms of the Crinoids. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. X. April 1876. p. 571—585.

Nr. 2a. P. Herbert Carpenter. Remarks on the Anatomy of the Arms of the Crinoids. Part. II. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XI. Septemb. 1876. p. 87—95.

Nr. 3. W. B. Carpenter. Researches on the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus. Part. I. Philosoph. Transact. Roy. Soc. London. Vol. 156. p. 671—756. pl. XXXI—XLIII.

Nr. 4. W. B. Carpenter. Addendum zur Uebersetzung von Semper's »Bemerkungen etc.« in Ann. and Mag. of Nat. Hist. Sept. 1875.

Nr. 5. W. B. Carpenter. On the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus. Proceed. Roy. Soc. Nr. 166. 1876. p. 211—231. pl. 8—9.

Nr. 6. W. B. Carpenter. Supplemental-Note zu dem Aufsatz: »On the Structure etc.« Proceed. Roy. Soc. Nr. 169. 1876.

Nr. 6a. Dujardin. Recherches sur la Comatule de la Mediterranée. L'Institut, journal générale des sociétés et travaux scientifiques. I. Sect. Tome. III. Paris 1835. Nr. 119. p. 268.

Nr. 7. Al. Götte. Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Comatula mediterranea. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII. 1876. p. 583—648. Taf. XXV—XXVIII.

Nr. 8. V. Graber. Beitrag zur Histologie der Stachelhäuter. Mit 2 Taf. Graz 1872. (Sep.-Abdr. aus dem Jahresber. d. k. k. Staatsgymnasiums zu Graz vom Jahre 1872.)

Nr. 9. R. Greeff. Ueber den Bau der Echinodermen. 1. Mittheilung. Sitzungsber. d. Gesellsch. z. Befördrg. d. gesammt. Naturw. zu Marburg. Nr. 8. 1871.

Nr. 10. R. Greeff. Ueber den Bau der Echinodermen. 2. Mittheilung. Ebenda. Nr. 6. 1872. p. 93.

Nr. 11. R. Greeff. Ueber den Bau der Echinodermen. 3. Mitthlg. Ebenda. Nr. 11. 1872. p. 158.

Nr. 12. R. Greeff. Ueber den Bau der Crinoiden. Ebenda. Nr. 1. 1876. p. 16—29.

Nr. 13. R. Greeff. Ueber das Herz der Crinoideen. Ebenda. Nr. 5. 1876. p. 88—95.

Nr. 14. Oskar Grimm. Zum feineren Bau der Crinoiden. Bulletin de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg. T. 17. 1872. p. 3—9 mit 1 Taf.

Nr. 15. C. F. Heusinger. Anatomische Untersuchung der Comatula mediterranea. Zeitschrift f. organ. Physik. Bd. 3. Hft. 3. 1828. p. 367—374. Taf. X—XI.

Nr. 16. C. K. Hoffmann. Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederländ. Arch. f. Zoologie. I. 1871. Mit Taf. III—X.

Nr. 17. C. K. Hoffmann. Zur Anatomie der Asteriden. Niederländ. Arch. f. Zoologie. II. 1872. Mit Taf. I—II.

Nr. 18. W. Lange. Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. Morpholog. Jahrbuch II. 1876. p. 241—286. Taf. XV—XVII.

Nr. 18a. F. S. Leuckart. Einiges über das Asteroidengeschlecht Comatula Lam. Zeitschr. f. organ. Physik. Bd. 3. Hft. 4. 1829. p. 375—391.

Nr. 19. Fr. Leydig. Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1854. p. 296—348. Taf. XII—XIII.

Nr. 20. Fr. Leydig. Lehrbuch der Histologie. Frankfurt 1857.

Nr. 20a. Fr. Leydig. Anatomische Notizen über Synapta digitata. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. p. 507—520. Taf. XIII.

Nr. 21. Hubert Ludwig. Zur Anatomie der Crinoideen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XXVI. 1876. p. 361—362.

Nr. 22. Hubert Ludwig. Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. Nachrichten von d. kgl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen. Nr. 5. 1876. p. 105—114.

Nr. 23. Hubert Ludwig. Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. II. Artikel. Nachrichten von d. kgl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen. Nr. 13. 1876.

Nr. 24. E. Metschnikoff. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger niederen Thiere. Bull. de l'Acad. Imp. des scienc. de St. Pétersbourg. T. 15. 1871. p. 502—509.

Nr. 25. K. Möbius u. O. Bütschli. Jahresbericht der Commission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. IV. Echinodermata. Berlin 1874.

Nr. 26. Joh. Müller. Ueber den Bau des Pentacrinus caput Medusae. Abhandl. d. kgl. Acad. der Wiss. Berlin 1841. 1. Theil p. 177—248. Taf. 1—6.

Nr. 27. Joh. Müller. Ueber den Bau der Echinodermen. Mit 9 Taf. Berlin 1854. Abhandl. d. kgl. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1853. Sep.-Abdr.

Nr. 28. Joh. Müller. Ueber Synapta digitata. Berlin 1852.

Nr. 29. Joh. Müller. Ueber die Erzeugung v. Schnecken in Holothurien. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. p. 1—36.

Nr. 30. Edmond Perrier. Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea (Antedon rosaceus Link). Archives de zoologie expérimentale et générale publ. par H. de Lacaze-Duthiers. T. II. 1873. Paris. p. 29—86. pl. II—IV.

Nr. 31. M. Sars. Mémoires pour servir à la connaissance des Crinoides vivants. Programme de l'université royale de Norvège. Christiania 1868. av. 6 pl.

Nr. 32. G. O. Sars. Researches on the Structure and Affinity of the Genus Brisinga, based on the study of a new species: Brisinga coronata, with 7 Plat. Univers. Progr. Christiania 1875.

Nr. 33. E. Selenka. Zur Entwicklung der Holothurien (Holothuria tubulosa und Cucumaria doliolum). Ein Beitrag zur Keimblättertheorie. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XXVII. 1876. p. 155—178. Taf. IX—XIII.

Nr. 34. C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. II. 1. Holothurien. Leipzig 1868.

Nr. 35. C. Semper. Kurze anatomische Bemerkungen über Comatula. Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut zu Würzburg. Bd. I. 1874. p. 259—263.

Nr. 36. C. Semper. Die Stammesverwandtschaft der Wirbelthiere und Wirbellosen. Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut zu Würzburg. Bd. II. 1874.

Nr. 37. Reinhold Teuscher. Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. I. Comatula mediterranea. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. X. 1876. p. 243—262. Taf. VII. II. Ophiuridae. Ebendort p. 263—280. Taf. VIII.

Nr. 38. W. Thomson. On the Embryogeny of Antedon rosaceus. Philos. Transact. Vol. 155. 1865. p. 513—544. pl. XXIII—XXVII.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet:

B, Blutgefässring,
Bi, Bindegewebszüge,
Br, radiäres Blutgefäss (= Nervengefäss),
CD, Centrodorsalstück,
CD, Dorsalcanal,
CG, Genitalcanal,
CV, Ventralcanal,
DO, dorsales Organ,
E, Epithel der Tentakelrinne,
Es, Eingeweidesack,
F, centrale Fasermasse,
F', radiäre Fasermasse,
L, interviscerale Leibeshöhle,
L', circumviscerale Leibeshöhle,
L'', axiale Leibeshöhle,
N, Nervenring,
Nr, radiärer Nerv,
P, Kelchpore,
R I — *R III*, erstes bis drittes Radiale,
T, Tentakel,
W, Wassergefässring,
Wr, radiäres Wassergefäss.

Die Erklärung der übrigen Buchstaben findet sich bei den einzelnen Figuren.

Tafel XII.

Fig. 1 u. 2. Copien von Joh. Müller's Abbildungen (Nr. 26. Taf. IV, Fig. 11 u. 12). Fig. 1, Armglied von Antedon rosaceus, Fig. 2 von Pentacrinus caput Medusae.

aaa, Gelenkfläche, *b*, Riff derselben, *cc*, Muskelfacetten, *d*, Rinne des Gliedes, *e*. unterer Canal der Rinne, *f*, Tentakelcanal, *g*, Knochenplättchen der Tentakelrinne, *h*, Tentakeln, *i*, Nerv, *o*, Centralcanal.

Fig. 3. Medianer Verticalschnitt durch die Tentakelrinne des Armes von Antedon Eschrichtii; 100/1; vergl. Fig. 8. Pfeil I.

G, Genitalröhre, *q*, äussere Wand des die Genitalröhre umgebenden Blutraumes, *b*, die Septalfäden im Ventralcanal, *m*, das Längsmuskelband in der ventralen Wand des Wassergefässes, *c*, Gerinnsel im Nervengefäss.

Fig. 4. Lateraler Verticalschnitt ebendaher; 100/1; vergl. Fig. 8, Pfeil II.

Wr', Ramus tentacularis des Wassergefässes, *m*, Längsmuskelfasern, quer getroffen, in der ventralen Wand des vorigen, *m'*, ebensolche in der dorsalen Wand, *m''*, quere Muskelfäden, die das Lumen seitlich durchziehen, *a*, obere Wand des Ventralcanals mit ihrem Zellenbelag.

Fig. 5. Querschnitt durch den Arm von Ant. Eschr.; Uebersicht; mässig vergrössert. (Durch ein Versehen sind in dieser Fig., sowie in Fig. 10 u. 11 der näch-

sten Tafel die Seitenäste des Wassergefässes rechts und links von der Mittellinie eingezeichnet. Ihrer alternirenden Stellung entsprechend muss auf den Querschnittsbildern selbstverständlich entweder der linke oder der rechte Ast fehlen, wie in Fig. 8 richtig angegeben ist.)

m'', die queren Muskelfäden im Wassergefäss, *a*, kuglige Körper nach aussen von der Tentakelbasis, *b*, Septalstränge des Ventralcanals, *M*, Muskel zwischen zwei Armgliedern, *K*, das Kalkglied.

Fig. 6. Eine einzelne Muskelfaser aus einem Armmuskel von Ant. ros., 500/1; im oberen Abschnitt von der Kante, im unteren von der Fläche gesehen.

Fig. 7. Muskelfäden aus dem radiären Wassergefäss von Ant. Eschr., 500/1.

a, ein Muskelfaden im Querschnitt, *b*, ein ebensolcher mit anliegender Epithelzelle des Wassergefässes; in beiden Figuren erkennt man nebeneinander die Querschnitte der den Faden zusammensetzenden Muskelfasern; *c*, Ansatzstelle eines Muskelfadens an die Wandung des Wassergefässes; der Epithelbelag der letzteren zieht sich an ihm hinauf; *d*, *e*, *f*, Muskelfäden von der Fläche, die Muskelfasern von *d* u. *e* sind unten auseinandergezerrt, *g*, ein Muskelfaden mit anliegender Zelle (Epithelzelle des Wassergefässes) von der Kante.

Fig. 8. Querschnitt durch die ventralen Theile eines Arms von Ant. Eschr., 100/1.

E', Epithel des Tentakels, *Nr'*, Seitenzweig des radiären Nerven zum Tentakel, *c*, Gerinnsel in dem Nervengefäss, *Wr''*, Seitenast des Wassergefässes im Tentakel, *m*, querdurchschnittenes Längsmuskelband in der ventralen Wand des Wassergefässes, *m''*, die das Lumen des Wassergefässes durchziehenden Muskelfäden, *b*, Septalstränge im Ventralcanal, *p*, Wandung des Genitalcanals, *q*, Aussenwand des Blutraumes, welcher *G*, die Genitalröhre umgiebt, *a*, kuglige Körper. Pfeil I u. II cf. Fig. 3 u. 4.

Fig. 9. Querschnitt durch Nerv und Nervengefäss im Arm von Ant. Eschr., 500/1.

b, einzelne Zellkerne (Zellen?) zwischen den Nervenfasern, *z*, sehr feine Bindegewebslamelle zwischen Nerv und Epithel, *z'*, den Nerven dorsoventral durchsetzende feine Bindegewebsstränge, *z''*, Bindegewebslage zwischen Nerv und Wassergefäss (in der Mitte des Schnittes zwischen Nerv und Nervengefäss), *a*, platter Zellenbelag des Nervengefässes, *c*, ein dasselbe durchziehender mit Zellen besetzter Strang.

Tafel XIII.

Fig. 10. Querschnitt durch die Pinnula eines geschlechtsreifen weiblichen Ant. Eschr., 100/1.

m'', die queren Muskelfäden des Wassergefässes, *a*, kuglige Körper, *b*, Septalstrang im Ventralcanal, *G*, Genitalröhre, *q*, Aussenwand des die vorige umgebenden Blutraumes; der hier durch die Ausdehnung jener bis zur Unkenntlichkeit verengt ist, *d*, die den Dorsalcanal vom Genitalcanal trennende Membran, *c*, Wimperbecher im Boden des Dorsalcanals, *K*, das Kalkglied.

Fig. 11. Querschnitt durch eine Pinnula desselben Thieres nahe der Spitze, 100/1.

Fig. 12. Querschnitt durch eine Pinnula desselben Thieres an der Spitze, 100/1.

Fig. 13. Querschnitt durch den Genitalcanal im Arm von Ant. Eschr., 500/1.

G, Genitalröhre, *Bl*, Blutraum, *q*, dessen äussere Wandung, *a*, Wand des Genitalcanals, *c*, spindelförmige und verästelte Zellen, die sich quer durch den Blutraum spannen, *b*, Aufhängefäden des Genitalstranges in dem Genitalcanal.

Fig. 14. Halbprofilansicht des Genitalstranges im Genitalcanal; Arm von Ant. Eschr., 500/1.

Bezeichnung wie in Fig. 13.

Fig. 15. Uebergangsstelle eines Zweiges des Genitalstranges in ein geschlechtsreifes Ovarium in der Basis einer Pinnula von Ant. Eschr.; verticaler Längsschnitt durch die Pinnula, 100/1.

Bezeichnung wie in Fig. 13, ferner *d*, ventrale Begrenzungslinie der Kalkglieder, *n*, ein Eifollikel, *m*, Keimbläschen von einem Netz feinkörniger Substanz durchzogen.

Fig. 16. Aus dem Blutraum des Genitalstranges von Ant. Eschr., 500/1.

a, spindelförmige, *b*, verästelte Zelle, *c*, körnige, kuglige Masse.

Fig. 17. Eine Gruppe von Wimperbechern auf dem (dorsalen) Boden des Dorsalcanals, von der Fläche gesehen; Pinnula von Ant. ros.

a, die Oeffnungen der Wimperbecher, *b*, ihr gewulsteter Oeffnungsrand, *c*, der Boden des Dorsalcanals.

Fig. 18. Zwei Wimperbecher aus einer Pinnula von Ant. Eschr. im Längsschnitt, 500/1.

a, die Wimperzellen der Seitenwände, *b*, die blasigen, wimperlosen Zellen des Bodens. Bei *d* geht das hohe Epithel des Randwulstes allmälig über in das niedrigere Epithel des Dorsalcanals. Bei *c* berühren sich zwei Wimperbecher so nahe, dass hier der Randwulst ihrer Oeffnungen ein gemeinschaftlicher ist.

Tafel XIV.

Fig. 19—24. Ausgewählte Horizontalschnitte aus einer Schnittserie durch den Kelch von Ant. ros. Die Ventralseite der Schnitte ist dem Beschauer zugekehrt, 50/1.

R, die Rosette (umgewandelte Basalia), *a*, *a'*, zwei der fünf von der centralen Fasermasse ausstrahlenden interradiären Faserstämme, *b*, *c*, die Gabeläste von *a*, *b'*, *c'*, die Gabeläste von *a'*, *co*, die interradiären Commissuren, *co'*, die intraradiären Commissuren, *K*, die Kammern des gekammerten Organs, *St*, die durch den (dorsalen) Boden der Kammern durchschimmernde Sternfigur der Cirrhengefässursprünge, *G*, Gefässe zu den Cirrhen, *A*. der Achsenstrang, um welchen sich die Kammern anordnen, *D*, die Faserdecke (= ein Theil der centralen Fasermasse) des gekammerten Organs, *L'*, die radiären, *L''*, die interradiären, blindgeschlossenen Fortsetzungen der Leibeshöhle. Die parallelen Striche zwischen den ersten Radialien bedeuten die Nahtverbindungen derselben.

Taf. XV.

Fig. 25 u. 26. Zwei Verticalschnitte durch den Centraltheil des Kelches von Ant. ros., 50/1. Fig. 25 ist ein axialer, Fig. 26 ein lateraler Verticalschnitt.

Ro, die Rosette, *K*, die Kammern, deren ventrale Fortsetzungen sich mit *A*, dem Achsenstrange, zu dem dorsalen Organ vereinigen, *Ci'*, die Cirrhengefässe, *L*, Maschenräume der Leibeshöhle, *Lr*, die radiären, blindgeschlossenen Fortsetzungen der Leibeshöhle.

Fig. 27. Lateraler Verticalschnitt durch das gekammerte Organ von Ant. ros., 180/1. Drei Kammern sind durch den Schnitt geöffnet.

K, die Kammern, *K'*, ventrale Fortsetzung der Kammer nach dem dorsalen Organ, *B*, Fortsetzung der Kammer in ein Cirrhengefäss, *Ci'*, Cirrhengefässe,

A, Querschnitt durch einen Strahl der Sternfigur der Cirrhengefässursprünge, cf. Taf. XIV, Fig. 19.

Fig. 28. Dorsaler Boden einer Kammer; Ant. ros., 180/1.

a, Oeffnungen im Boden der Kammer, *b*, undurchbohrte Seitentheile des Bodens.

Fig. 29. Aussenwand einer Kammer; Ant. ros., 180/1.

A, Verdickung in der Aussenwand in Gestalt einer nach innen vorspringenden Leiste, *B*, wie in Fig. 27.

Fig. 30. Inneres Epithel der Kammern von der Kante und von der Fläche; Ant. ros., 500/1.

Fig. 31. Längsschnitt durch ein noch im Centrodorsale befindliches Cirrhengefäss von Ant. ros., 180/1.

Fig. 32. Querschnitt durch ein ebensolches.

Fig. 33. Längsschnitt durch das Cirrhengefäss in einem Cirrhus von Ant. Eschr., 180/1.

Fig. 34. Querschnitt durch ein ebensolches.

Fig. 35. Verhalten des radialen Faserstrangpaares im dritten, axillaren Radiale von Ant. ros., 60/1.

a, das Chiasma, *b*, die einfache Commissur.

Fig. 36, 37 u. 38. Schemata des Verlaufs der Faserstränge in den Kalkgliedern des Kelches.

Fig. 36. Encrinus liliiformis (Copie nach BEYRICH [Nr. 1. Taf. I, Fig. 12]).

Fig. 37. Jugendstadium von Antedon rosaceus nach W. B. CARPENTER.

Fig. 38. Erwachsener Antedon rosaceus. Zur weiteren Erklärung dieser Schemata ist der Text zu vergleichen.

Tafel XVI.

Fig. 39. Querschnitt durch das Peristom von Ant. ros., 180/1. Der Schnitt ist durch einen Interradius geführt.

Lp, die Kreislippe der Mundöffnung, *E*, das Epithel des Mundtentakels, des Mundeinganges und weiterhin des Darmes, *B'*, am Blutgefässringe hängende Aussackungen, *St*, Steincanäle, *M*, Muskelzüge in der den Munddarm umgebenden Leibeshöhle, *a*, die kugligen Körper, *b*, Kalkkörper.

Fig. 40. Ende eines mit einem Befestigungszipfel versehenen Steincanals von Ant. ros., 500/1.

e, äussere, *i*, innere Wandung des Steincanals, *o*, seine Oeffnung in die Leibeshöhle, *z*, der Befestigungszipfel.

Fig. 41. Querschnitt durch einen Steincanal von Ant. Eschr., 500/1.

e, *i*, wie in Fig. 40.

Fig. 42. Zwei Kelchporen, deren Canäle sich vor ihrer Einmündung in die Leibeshöhle mit einander vereinigen; Ant. ros., 110/1.

Fig. 43. Schnitt durch ein Stück des Wassergefässringes von Ant. ros., 180/1.

a, die Wand des Wassergefässringes, *M*, dasselbe quer durchsetzende Muskelfäden, *M'*, die Längsmuskulatur der Wandung, sichtbar in einem Stückchen der Wand, welches man von der Fläche erblickt.

Fig. 44. Aus einem horizontalen Schnitt durch das Peristom von Ant. ros., 180/1. Man erblickt die Abgangsstelle eines radiären Wassergefässes vom Wassergefässring. Dem Beschauer ist die innere dorsale Fläche des Schnittes zugewendet.

T, Aeste des Wassergefässringes zu den Mundtentakeln, in ihrer Wand Längsmuskelfasern, *RW*, das radiäre Wassergefäss, *T'*, dessen erster Seitenzweig.

Fig. 45. Schema der Vertheilung der Kelchporen in einem Interbrachialfelde.

Fig. 46. Schema der Vertheilung der Kelchporen in einem Interpalmarfelde.

Tafel XVII.

Fig. 47. Schema der Muskelvertheilung im radiären Wassergefäss und dessen Seitenzweigen bei Antedon.

I, bei oberer (ventraler) Einstellung, *c*, die »bandelette musculaire«; II, bei mittlerer Einstellung, *a*, die quergetroffenen, senkrecht aufsteigenden Muskelfäden, *b*, die innere Begrenzung der Bezirke der senkrechten Muskelfäden; III, bei unterer (dorsaler) Einstellung, *d*, die untere (dorsale) muskelfreie Wand des Wassergefässes.

Fig. 48. Ein Stück des Hodens in einer Pinnula von Ant. ros., von aussen betrachtet, 100/1.

a, die Ansatzstellen der in das Lumen des Hodens vorspringenden Falten.

Fig. 49. Querschnitt durch den Hoden in einer Pinnula von Ant. ros., 100/1.

a, die nach innen vorspringenden Falten der Wandung mit dem darauf sitzenden samenbildenden Epithel, *b*, reife Samenmasse.

Fig. 50. Radiärer Schnitt durch Peristom und Tentakelrinne der Scheibe von Ant. ros., 110/1.

E, Epithel des Peristoms und der Tentakelrinne; *Wr*, radiäres Wassergefäss, von *a* bis *b* seitlich, von *b* an genau in der Mittellinie der Rinne getroffen; in letzterem Abschnitt sieht man auch das radiäre Nervengefäss; *St*, Steincanal, *ED*, Darmepithel, *L''*, Uebergang des Ventralcanals in die axiale Leibeshöhle, *BC*, Blutgefässe der circumvisceralen Leibeshöhle unterhalb des Ventralcanals. Nervenring und Radiärnerv sind in die Abbildung nicht mit eingetragen.

Fig. 51. Querschnitt durch den Analtubus von Ant. ros., 45/1.

a, Körperwand, *b*, Darmwand, nach innen Falten bildend, *c*, Ringmuskulatur des Enddarmes, *d*, Darmlumen, *e*, Darmepithel, *f*, kuglige Körper, *L*, Leibeshöhle.

Fig. 52. Ein Stück des Blutgefässnetzes in den Maschenräumen der intervisceralen Leibeshöhle von Ant. ros., 110/1.

Fig. 53. Epithel der Leibeshöhle von Ant. ros., 500/1.

Fig. 54. Querschnitt durch eine Tentakelrinne der Scheibe von Ant. ros., 110/1.

BC, Blutgefässe der circumvisceralen Leibeshöhle unterhalb des Ventralcanals; *a*, Körperwand, *b*, kuglige Körper.

Fig. 55. Querschnitt durch eine orale Pinnula von Ant. ros., 110/1.

a, Wimperbecher, *b*, kuglige Körper, *K*, das Kalkglied.

Fig. 56. Ein Blutgefäss aus der intervisceralen Leibeshöhle von Ant. ros., 110/1.

A, das Blutgefäss mit *A'* seinen Aesten; *a*, Einblick in das mit innerem Epithel ausgekleidete Lumen, *b*, Spuren eines äusseren Epithelbelags.

Tafel XVIII.

Fig. 57. Mittlerer Theil eines Horizontalschnittes durch die Scheibe von Ant. ros. zur Demonstration der Lage des dorsalen Organs, 45/1.

Fig. 58. Aus einem Verticalschnitt durch die Scheibe von Ant. ros. zu demselben Zweck, 18/1.

Fig. 59. Aus einem Horizontalschnitt durch die Scheibe von Ant. ros. zur Demonstration der Verbindung des dorsalen Organs mit Blutgefässen, 110/1.

In diesen drei Figuren bedeuten: *D*, die Darmwand, *BD*, Blutgefässe der intervisceralen Leibeshöhle, *a*, Verbindungsstelle eines Blutgefässes mit dem dorsalen Organ, *b*, Blutgefäss, durchschnitten.

Fig. 60. Querschnitt durch ein Läppchen des dorsalen Organs, Ant. ros., 500/1.

a, inneres Epithel, *b*, äussere Hülle.

Fig. 61. Querschnitt durch einen Arm von Ant. ros. dicht an der Scheibe.

M. Muskel, *K*, Kalkstück, *P'*, Porencanal in den Genitalcanal.

Fig. 62. Ein Tentakel der Pinnula von Ant. Eschr. mit Papillen, 180/1.

Fig. 63 u. 64. Tentakelpapillen von Ant. Eschr., 500/1.

a, das äussere Tentakelepithel, *b*, die Papille, *c*, die Fäden an der Spitze der Papille, *m*, die Muskellage in der Tentakelwand.

Fig. 65. Querschnitt durch eine männliche Geschlechtsöffnung an der Pinnula von Ant. ros., 110/1.

a, die Hodenwand, *b*, Oeffnung des Hodens.

Fig. 66. Ovarialöffnungen an der distalen Seite einer Pinnula von Ant. ros., 85/1.

Durch die Oeffnungen *A* erblickt man den im Innern gelegenen Eierstock *O*.

Fig. 67. Querschnitt durch Körper- und Darmwand in einem Interradius der entkalkten Scheibe von Ant. ros., 85/1.

KW, Körperwand, *D*, Darmwand, *a*, Lücken in dem Eingeweidesack, durch die Entfernung der Kalkkörper entstanden, *b*, kuglige Körper.

Fig. 68, 69, 70, 71 u. 72. Verschiedene Kalkkörper aus der Scheibe von Ant. ros., 180/1.

Fig. 73. Optischer Querschnitt durch eine männliche Genitalöffnung an einer Pinnula von Ant. ros., 200/1.

Tafel XIX.

Verticaler Axialschnitt durch die Scheibe von Ant. ros., schematisirt. Die rechte Hälfte des Schnittes liegt radiär und geht durch die Ansatzstelle eines Armes die linke Hälfte liegt interradiär.

Ro, die Rosette, *Br 1*, *Br 2*, *Br 3*, *Br 4*, das erste, zweite, dritte, vierte Brachiale. *M*, Muskeln der Kalkglieder, *Ci*, Cirrhus, *Ci'*, Faserstrang des Cirrhus mit Gefäss, *K*, Kammer des gekammerten Organs, *Lr*, radiäre, *Li*, interradiäre Fortsetzung der Leibeshöhle, *DO*, das dorsale Organ, *BD*, mit dem vorigen in Verbindung stehende Blutgefässe der intervisceralen Leibeshöhle, *BC*, Blutgefässe der circumvisceralen Leibeshöhle unterhalb des Ventralcanals, *L*, interviscerale, *L'*, circumviscerale, *L''*, axiale Leibeshöhle, *D*, Darm, *Es*, Eingeweidesack mit Kalkkörpern, *C*, die kugligen Körper, *P*, Kelchporen, *KW*, Körperwand, *Lp*, Kreislippe des Mundes, *B'*, am Blutgefässring hängende Aussackungen, *St*, Steincanal.

Erklärung der Farben: gelb, Nervensystem, roth, Blutgefässsystem, grün, Wassergefässsystem.

Berichtigung:

p. 14, Anmerk. 1, Zeile 3 sqq. soll es heissen: »findet sich auch bei anderen Echinodermen, so bei Echinen, Spatangen Holothurien; bei den Ophiuren und Asterien aber«—.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis M. Sars.

Mit Tafel V und VI.

Die Crinoideenform, zu deren genaueren anatomischen Kenntniss diese Blätter einen Beitrag liefern sollen, wurde bekanntlich von G. O. Sars und M. Sars entdeckt. Der Erstere fand dieselbe bei Schleppnetztouren an den Lofoten [1]) in einer Tiefe von 720 Fuss und der Letztere veröffentlichte alsdann eine ausführliche Beschreibung des von ihm Rhizocrinus lofotensis benannten Thieres. Mit musterhafter Sorgfalt schildert derselbe in der unten angeführten Abhandlung [2]) die allgemeine Körpergestalt, sowie die Form und Verbindung der einzelnen Skeletstücke. Er vergleicht dann den Rhizocrinus mit anderen lebenden und fossilen Crinoideen und kommt dabei zu dem interessanten Schlusse, dass wir in demselben einen lebenden Repräsentanten der

1) Seither ist Rhizocrinus lofotensis auch an anderen Orten vorgefunden worden, so von Pourtalès an der Ostküste von Florida und von W. Thomson und W. B. Carpenter an der Küste von Schottland; Pourtalès entdeckte ferner eine zweite Art des Genus Rhizocrinus, Rh. Rawsonii Pourt., bei Barbados. — Vergl.: Bulletin of the Mus. Comp. Zool. Cambridge, Mass. No. 11. List of the Crinoids obtained on the Coasts of Florida and Cuba 1869. Dort wird Rhizocr. lofot. aufgeführt als Bourgueticrinus Hotessieri. — Preliminary Report of dredging Operations in the Seas to the North of British Islands. Proceed. Roy. Soc. Vol. XVII. — W. Thomson, On the Depths of the Sea. Ann. and Mag. Nat. Hist. 4.ser. Vol. IV. London 1869. p. 114. — Illustrated Catalogue of the Mus. Comp. Zool. Cambridge, Mass. No. VIII. 1874. Zoological Results of the Hassler Expedition. Crinoids and Corals by L. F. de Pourtalès. p. 17—82 with plate: On a new Species of Rhizocrinus from Barbados.

2) M. Sars, Mémoires pour servir à la connaissance des Crinoïdes vivants. Programme de l'université royale de Norvège. 4° av. 6 pl. Christiania 1868.

bis dahin nur in fossilen Vertretern bekannten Familie der Apiocriniden vor uns haben; in dieser Familie betrachtet SARS die Gattung Bourgueticrinus als nächstvervandt mit Rhizocrinus. Zugleich zeigte dieser hochverdiente Forscher, dass Rhizocrinus in manchen Puncten eine grosse Aehnlichkeit mit dem pentacrinoiden Jugendstadium des Antedon besitze. Es ist also gewiss begreiflich, dass bei dieser Sachlage der Rhizocrinus seit seinem Bekanntwerden das Interesse der Zoologen erregt hat.

So eingehend nun aber auch die trefflichen Untersuchungen von M. SARS hinsichtlich der Harttheile unseres Thieres sind, so hat er dennoch seine Beobachtungen nicht auf die Anatomie der Weichtheile ausgedehnt. Hier blieb also ein Feld offen, dessen Anbau im Interesse der Morphologie der Echinodermen höchst wünschenswerth erscheinen muss, da wir über die Anatomie des Gesammtkörpers (also mit Einschluss der Weichtheile) noch bei keinem gestielten Crinoideen zu einer befriedigenden Kenntniss gelangt sind. Nachdem ich mich seit längerer Zeit mit der Untersuchung der ungestielten Crinoideen, speciell des Antedon und der Actinometra, beschäftigt, war der Wunsch, auch gestielte Crinoideen in den Bereich meiner Studien zu ziehen, sehr lebhaft in mir geworden. Da ich aber keine Hoffnung hegen konnte ohne grosse mir unerschwingliche Geldopfer Pentacrinen zur Zergliederung zu erhalten, so wandte ich mich an Herrn Professor G. O. SARS in Christiania mit der Bitte um Ueberlassung einiger etwa in seinem Besitz befindlicher Rhizocrinusexemplare zum Zwecke der anatomischen Untersuchung. Zu meiner nicht geringen Freude übersandte derselbe mir sieben, theils vollständige, theils unvollständige Exemplare. Für diese ungemein gütige Unterstützung meiner wissenschaftlichen Bestrebungen fühle ich mich gedrungen Herrn Professor G. O. SARS auch öffentlich meinen besten Dank auszusprechen.

Die Resultate meiner Untersuchung sind in der hier vorliegenden Abhandlung niedergelegt[1]). Dieselbe schliesst sich unmittelbar an an die unlängst von mir veröffentlichten Beiträge zur Anatomie der Crinoideen[2]) und ist nach demselben Ziele gerichtet: mit Hülfe der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte durch vergleichende Methode unsere morphologische Kenntniss der Echinodermen zu fördern und so eine möglichst gesicherte Grundlage zu gewinnen, auf welcher sich Ansich-

1) Im Auszuge wurden dieselben bereits mitgetheilt in: Nachrichten von der kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1876. Nr. 23. Sitzg. am 2. Dec. 1876. p. 675—680.

2) Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. XXVIII, p. 255—353, Taf. XII—XIX. Auch separat unter dem Titel: Morphologische Studien an Echinodermen. I. Leipzig 1877, im Folgeuden einfach citirt mit: I und der Pagina der Separatausgabe.

ten über die Verwandtschaftsverhältnisse der Echinodermen untereinander und zu anderen Thieren mit einigem Anrecht auf Wahrscheinlichkeit entwickeln lassen.

I. Anatomie der Arme.

Fertigt man nach sorgfältiger Entkalkung Querschnitte und Längsschnitte durch die Arme und Pinnulä des Rhizocrinus an, so erkennt man bei der Untersuchung derselben sofort, dass die einzelnen Theile in ähnlicher Weise angeordnet sind, wie bei den anatomisch bereits genauer bekannten Antedon- und Actinometra-Arten. Bei ihrem geringen Dickendurchmesser gestatten auch ganze Arme und Pinnulä, welche nach der Entkalkung gefärbt oder ungefärbt in Damarharz eingeschlossen wurden, einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse der einzelnen Theile und bestätigen und ergänzen die Anschauung, welche die Untersuchung der Schnitte ergab.

An den Querschnitten durch die Arme und Pinnulä wird der dorsale (untere) und die seitlichen Bezirke des Präparates eingenommen von dem Kalkgliede; in dem ventralen Bezirke aber finden sich die wichtigsten Weichtheile gelagert. Was zunächst die Kalkglieder betrifft, so kann eine nähere Beschreibung hier unterbleiben, da M. SARS[1]) sie ausführlich geschildert hat. Da sich in der Abhandlung des genannten Forschers auch recht gute Abbildungen der Kalkglieder finden, so glaubte ich in meinen Zeichnungen mich darauf beschränken zu dürfen, dieselben in ihren ungefähren Umrissen anzudeuten; überdies bringt es der Zug des Messers bei der Anfertigung der Schnitte, sowie auch der Entkalkungsprocess selbst mit sich, dass die Form der Kalkglieder nicht mehr in allen Einzelheiten erkennbar ist. Ueberkleidet sind die Kalkglieder des Rhizocrinus ebenso wie diejenigen anderer Crinoideen und der Echinodermen überhaupt von der Epidermis, welche wenigstens bei den jungen Kalkgliedern immer deutlich vorhanden ist[2]). Ventralwärts

1) l. c. p. 19—25.

2) TEUSCHER sagt von dem Skelet der Crinoideen, es sei nur ein Hautskelet und dem Skelet anderer Echinodermen wohl nicht homolog; auch JOH. MÜLLER spreche diese Ansicht aus. (Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Jenaische Zeitschr. für Naturwissensch. X. 1876. p. 256.) TEUSCHER scheint zu dieser Auffassung dadurch gekommen zu sein, dass er bei Antedon keinen Epithelüberzug auf der Aussenseite der Armglieder finden konnte. Ein solcher ist aber thatsächlich vorhanden und schon geraume Zeit vor der TEUSCHER'schen Arbeit von PERRIER ausführlich beschrieben worden (PERRIER, Recherches sur l'anatomie des bras de la Comatula ros. LACAZE-DUTHIERS, Archiv II, p. 50, 51). Die Kalkstücke der Crinoideen sind ebensowohl wie diejenigen aller übrigen Echinodermen Skeletbildungen in dem Bindegewebe und unterscheiden sich auch hinsichtlich ihrer Structur nicht von

(nach oben) sind die Kalkglieder mit einer tiefen Rinne versehen, welche die gleich nachher zu betrachtenden Weichtheile, sowie die Fortsetzung, welche die Leibeshöhle der Scheibe in die Arme entsendet, enthält.

jenen. TEUSCHER beruft sich für seine durchaus irrthümliche Auffassung, dass die Skeletbildungen der Crinoideen morphologisch nicht mit denjenigen anderer Echinodermen gleichwerthig seien auf JOH. MÜLLER, aber mit Unrecht, denn der Gegensatz, welchen JOH. MÜLLER zwischen den Skeletbildungen der Crinoideen einerseits und denjenigen anderer Echinodermen (speciell der Asteriden) anderseits hervorhebt, bezieht sich nicht auf das Skelet überhaupt, sondern auf die einzelnen Skeletstücke mit Hinsicht auf deren Lagebeziehung zu anderen Organen. So hebt JOH. MÜLLER mit Recht hervor (Ueber den Bau des Pentacrinus, p. 237), dass die Armglieder der Crinoideen morphologisch keinen Vergleich zulassen mit den Wirbeln des Asteridenarmes. Dass JOH. MÜLLER aber in der Skeletbildung der Crinoideen überhaupt nichts erkannte, was etwa der allgemeinen morphologischen Gleichwerthigkeit mit dem Skelete anderer Echinodermen widerspräche, geht aus seiner späteren Abhandlung: Ueber den Bau der Echinodermen hervor, wo er (p. 18) seine Auffassung von dem Echinodermenskelet in den Worten niederlegt: »Das Skelet der Echinodermen (und wie aus dem Zusammenhang klar ist, denkt JOH. MÜLLER hier an alle Echinodermen ohne etwa die Crinoideen ausnehmen zu wollen) ist keine rein äussere Schale, sondern besteht aus Knochenbildungen, welche sich im Perisom ereignen«. TEUSCHER's Ansicht, das Skelet der Crinoideen sei ein Hautskelet, das der übrigen Echinodermen aber nicht, dürfte wohl auch noch darin seinen Grund haben, dass der genannte Forscher die offenkundige Unklarheit des gebräuchlichen Terminus »Hautskelet« nicht beachtet hat. Hautskelet werden Dinge genannt, welche morphologisch toto coelo verschieden sind und die Verwirrung, welche dadurch angerichtet wird, ist gross genug, um es wünschenswerth erscheinen zu lassen, dass wir uns klarer und vor allen Dingen auf rein morphologischer Basis ruhender Bezeichnungen bedienen. Ich schlage beispielsweise GEGENBAUR's vergleichende Anatomie auf, und sehe, dass selbst dort der Ausdruck Hautskelet so gebraucht wird, dass dadurch morphologische Missverständnisse hervorgerufen werden können. Es werden dort (p. 49 sqq. p. 52) z. B. die Skeletbildungen der Echinodermen und Gliederthiere als Hautskelete nebeneinander gestellt. Beide haben aber morphologisch durchaus nichts miteinander gemein; letztere sind cuticulare Bildungen des Ectoderms, jene aber Verkalkungen in dem Bindegewebe des Mesoderms. Ferner giebt GEGENBAUR für die Hautskelete als characteristisch an, dass sie nach aussen von der Muskulatur liegen, während bei den inneren Skeleten (z. B. der Wirbelthiere) das Verhältniss zur Muskulatur ein umgekehrtes ist. Diese auf das relative Lageverhältniss zur Muskulatur begründete Definition des »Hautskeletes« passt nun wohl auf die Skelete der Arthropoden, nicht aber auf die der Echinodermen (man denke an die Muskeln der Stacheln und Pedicellarien). Wollen wir die Skeletbildungen der Metazoen in morphologische Categorien bringen, so müssen wir von ihrer Entstehungsgeschichte ausgehen und in erster Linie uns fragen, in welcher Körperschicht entstehen sie? und zweitens, welches ist ihre histologische Bildungsweise? Wir erhalten dann als Hauptkategorien: 1) Skeletbildungen der primären Keimblätter (Ectoderm und Entoderm); (primäre Skelete oder Ectosceleta und Entosceleta); 2) Skeletbildungen des secundären Keimblattes (Mesoderm); (secundäre Skelete oder Mesosceleta). Die Skeletbildungen der pri-

Seitlich wird diese Rinne überragt von verkalkten Plättchen, den Saumplättchen, über deren Form und Anordnung ich auf die von M. Sars [1]) gegebene Schilderung verweise, die ich durchaus bestätigen kann. Da die Saumplättchen ziemlich dünne scheibenförmige Gebilde sind, so erklärt es sich, dass sie nach der Entkalkung in Gestalt unregelmässig collabirter Läppchen sich zeigen. Als solche finden sie sich denn auch auf meinen Abbildungen angegeben. Sars discutirt die Frage, ob die Saumplättchen (»lamelles du sillon«) des Rhizocrinus den bei Antedon, Actinometra und Pentacrinus vorkommenden ähnlichen Gebilden entsprechen, und ist der Meinung, es sei dies nicht der Fall. Dieser Auffassung vermag ich indessen nicht beizupflichten, vielmehr bin ich der Ansicht, dass die Saumplättchen des Rhizocrinus den weichen Saumläppchen der Tentakelrinnen bei Antedon und Actinometra, sowie den verkalkten Saumplättchen des Pentacrinus gleichwerthig sind. Sars führt zur Stütze seiner Auffassung an, dass bei Rhizocrinus jedem Kalkgliede entsprechend nur ein, mitunter auch zwei Paare von Saumplättchen sich finden, während bei Antedon drei bis vier, bei Pentacrinus vier oder noch mehr Paare auf ein Kalkglied kommen. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass diese wechselnde Zahl nicht gegen die morphologische Gleichwerthigkeit der in Rede stehenden Gebilde spricht. Aber es würde schon eher dagegen sprechen, was Sars weiter anführt, dass nämlich die Saumplättchen des Rhizocrinus beweglich seien, indem sie sich über die Tentakelrinne hinüberlegen können, während jene des Antedon und des Pentacrinus unbeweglich seien. Thatsächlich ist aber das Verhalten ein anderes, indem auch die Saumläppchen des Antedon und Pentacrinus sich über die Tentakelrinne hinüberzulegen vermögen[2]). Die Saumplättchen des Rhizocrinus zeichnen sich vor denjenigen der Gattungen Antedon, Actinometra und Pentacrinus aus durch ihre verhältnissmässig viel bedeutendere Grösse und ihre in Vergleich mit der Zahl der Kalkglieder geringere Anzahl, ferner — in Uebereinstimmung mit denjenigen des Pentacrinus — durch ihre Verkalkung. Der gemein-

mären Keimblätter sind dann histologisch wieder zu unterscheiden, namentlich in cuticulare Bildungen (z. B. Arthropodenskelet, Molluskenschalen) und Verhornungen (z. B. die verschiedenen Horngebilde der Wirbelthiere). Die Skeletbildungen des Mesoderms zerfallen in die Hauptgruppen: Knorpelbildungen, Knochen, verkalktes Bindegewebe. Die Skeletbildungen der Echinodermen gehören nun, und zwar die der Crinoideen, sowohl wie die der übrigen, in die zweite Categorie und zeigen histologisch völlig übereinstimmenden Bau, sind also auch morphologisch mit einander vergleichbar.

1) l. c. p. 24.

2) Vergl. Joh. Müller, Ueber den Bau des Pentacrinus caput Medusae. Abhdl. d. kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin 1841. 1. Thl. p. 222.

schaftliche Character der Saumplättchen (wenn unverkalkt: Saumläppchen) bei allen genannten Formen besteht aber darin, dass sie stets lappenförmige Erhebungen der seitlichen Ränder der Tentakelrinnen sind.

Die Kalkglieder der Arme und Pinnulä werden ebenso wie bei Antedon, Actinometra und Pentacrinus von einem Faserstrang durchsetzt, in oder neben welchem es mir hier ebensowenig wie bei Antedon rosaceus und Antedon Eschrichtii gelang bestimmte Gefässbahnen zu erkennen. Auf die Bedeutung dieser Faserstränge werde ich bei der anatomischen Betrachtung der Scheibe mit einigen Worten zurückkommen.

Von den Weichtheilen, welchen wir an der ventralen Seite der Arme und Pinnulä begegnen, sind nur die Tentakel von Sars beschrieben worden und auch diese nicht erschöpfend, sondern nur hinsichtlich ihrer äusseren Form. Es wird sich also verlohnen, diesen Theilen eine genauere Untersuchung — soweit das Material reicht — zu widmen. Gehen wir zu diesem Behufe aus von der Rinne, welche die Kalkglieder der Arme und Pinnulä auf ihrer Ventralseite besitzen! Wie die Abbildungen zeigen, ist dieselbe überbrückt von einer Gewebslage, welche die Rinne in einen geschlossenen Canal verwandelt. Der so gebildete Canal ist, wie wir später sehen werden, eine Fortsetzung der Leibeshöhle der Scheibe und wird am zweckmässigsten als radiäre Leibeshöhle bezeichnet.

Die Gewebslage, welche also die radiäre Leibeshöhle ventralwärts begrenzt, bildet zugleich den Boden der Tentakelrinne, aus welcher sich rechts und links die Tentakel erheben. Zusammengesetzt wird jene Gewebslage von der epithelialen Auskleidung der Tentakelrinne, dem radiären Nerven, dem radiären Wassergefäss mit seinen Seitenzweigen, sowie dünnen Bindegewebsschichten.

Die Auskleidung der Tentakelrinne ist ein verhältnissmässig hohes Epithel, das sich als eine Fortsetzung des Epithels der übrigen Armoberfläche erweist. In der Mitte der Tentakelrinne erhebt sich dasselbe zu einer so beträchtlich dicken Lage, dass es bei Untersuchung der Schnitte leicht in die Augen fällt. Diese Epithelschicht lässt an meinen Präparaten die einzelnen sie zusammensetzenden Zellen nicht mehr mit aller wünschenswerthen Schärfe erkennen, wohl aber noch die rundlichen Kerne (Fig. 13). Nach aussen trägt das Epithel eine feine Cuticula. Bei Antedon konnte die Existenz feiner Wimperhaare auf der Oberfläche des Epithels der Tentakelrinne nachgewiesen werden und auch bei Rhizocrinus wird man das Vorhandensein der-

selben annehmen dürfen, wenn auch der Erhaltungszustand der untersuchten Exemplare nicht gestattete, darüber zu einer sicheren Beobachtung zu gelangen.

In der Tiefe der Epithellage vermochte ich an günstigen Querschnitten eine hellere Schicht wahrzunehmen, welche aus feinen Pünctchen zusammengesetzt zu sein schien. Ich stehe nicht an in diesen Pünctchen die Querschnitte feiner Längsfasern und in der ganzen Schicht den radiären Nerven des Rhizocrinus zu erblicken. Die Berechtigung dieser Auffassung folgt aus den Beobachtungen an anderen Crinoideen, bei welchen diese Theile durch ihre bedeutenderen Dimensionen eine genauere Untersuchung ermöglicht haben[1]).

Unmittelbar unter dem Epithel der Tentakelrinne und dem radiären Nerven liegt, nur durch eine sehr dünne Bindegewebsschicht davon getrennt, das radiäre Wassergefäss. Das radiäre Blutgefäss (sog. Nervengefäss), welches bei Antedon und Actinometra zwischen Nerv und Wassergefäss sich einschiebt, konnte bei Rhizocrinus, vielleicht nur wegen der Kleinheit des Objectes, nicht erkannt werden. Das Wassergefäss aber ist leicht wahrzunehmen. Dasselbe besitzt in seiner Structur die grösste Uebereinstimmung mit dem gleichen Organ anderer Crinoideen und erstreckt sich in derselben Weise wie bei jenen durch Arme und Pinnulä, indem es in seinem Verlaufe rechts und links Aeste abgiebt, die zu je einer Tentakelgruppe treten und sich dort in die Tentakel als deren Hohlräume fortsetzen. Diese Aeste sind so kurz, und entspringen mit so breiter Basis aus dem radiären Wassergefässe, dass man sie wohl besser nur als seitliche Ausbuchtungen des letzteren bezeichnet. In Folge dessen zeigt das Wassergefäss von der Fläche gesehen sehr deutlich denselben zickzackförmigen Verlauf, den es auch bei anderen Crinoideen besitzt. Ausgekleidet ist das Wassergefäss von einem niedrigen Epithel, an welchem hier so wenig wie an den früher untersuchten Crinoideen Wimperhaare wahrgenommen werden konnten. Die Muskulatur der Wassergefässe der Arme und Pinnulä ist bei Rhizocrinus in derselben Weise angeordnet wie bei Antedon und Actinometra. Wir haben auch hier in den radiären Wassergefässstämmen nur in deren ventraler Wand Muskelfasern, welche in der Längsrichtung der Arme und Pinnulä verlaufen und sich derart nebeneinander lagern, dass sie ein Längsband darstellen. In den seitlichen Ausbuchtungen aber finden wir nicht nur in der ventralen, sondern auch in der dorsalen Wand eine Lage von Muskelfasern, die ihrer Richtung nach quer zu dem Längsmuskelband des Wassergefässstammes

1) l. p. 9 sqq.

verlaufen. Die Tentakel endlich besitzen Längsmuskelfasern, welche als unmittelbare Fortsetzungen der Muskelfasern der seitlichen Ausbuchtungen erscheinen, aber nicht mehr in zwei getrennten Gruppen (einer ventralen und einer dorsalen) angeordnet sind, sondern rings in der ganzen Tentakelwand gleichmässig vertheilt sich vorfinden (Fig. 16). Ringmuskelfasern kommen nirgends in der Wandung der Wassergefässe der Arme und Pinnulä vor. Die das Lumen der Wassergefässe in dorsoventraler Richtung durchsetzenden Muskelfäden, welche bei Antedon ausführlich von mir besprochen worden sind[1]), fehlen auch bei Rhizocrinus nicht. Sie besitzen bei selbstverständlich kleineren Dimensionen einen ganz ähnlichen Bau. Auch hier spannen sie sich zwischen der ventralen und der dorsalen Wand der Wassergefässe aus. Während aber bei Antedon die Mehrzahl der Fäden aus drei bis vier nebeneinanderliegenden Muskelfasern besteht, werden sie hier meist nur von einer oder zwei feinen Muskelfasern gebildet. Wie bei Antedon und Actinometra haben die in Rede stehenden Muskelfäden die Gestalt schmaler Bänder, deren breite Seite nach der Längsachse des Wassergefässes gerichtet ist; in Querschnitten erblickt man dieselben also in der Regel von der Kante. Um ihre Zusammensetzung aus einer oder zwei nebeneinander gelegenen Muskelfasern zu erkennen, muss man natürlich Stellen aufsuchen, in denen sie ihre breite Seite dem Beobachter darbieten; solche Stellen findet man leicht an Längsschnitten durch die Arme.

Als Anhangsgebilde der Wassergefässe finden wir die bereits erwähnten Tentakel. In ihrem Bau gleichen dieselben durchaus den Tentakeln der übrigen genauer bekannten Crinoideen und sind ebenso wie diese mit Papillen besetzt. Letztere, die Tentakelpapillen sind auch hier offenbar einer Verlängerung und Verkürzung fähig, wie aus der sehr verschiedenen Länge, in welcher man sie antrifft, hervorgeht. In einzelnen Fällen fand ich sie doppelt so lang als den Dickendurchmesser der Tentakel. An der Spitze sind die Papillen zu einem Köpfchen wenig verdickt, an welchem ich aber die von Perrier zuerst beschriebenen und als Sinneshaare gedeuteten, von mir als Secretfäden in Anspruch genommenen Fäden[2]) nicht auffinden konnte. Dies negative Ergebniss erklärt sich indessen wohl aus dem Erhaltungszustande meiner Exemplare, welcher überhaupt keinen tieferen Einblick in die Structur der Papillen gestattete, so dass ich zur Aufklärung ihrer Function an diesem Objecte keinen Fortschritt zu verzeichnen habe.

1) I. p. 16 sqq.
2) I. p. 18 sqq.

Hinsichtlich der Gruppirung der Tentakel gelangte Sars zu keiner sicheren Erkenntniss. Da er stets an unentkalkten Exemplaren untersucht zu haben scheint, so hinderten ihn die Kalkmassen der Arm- und Pinnulaglieder sowie der Saumplättchen an einer klaren Beobachtung der in der Tentakelrinne gelegenen Weichtheile. Untersucht man aber entkalkte Arme und Pinnulä, so vermag man die Anordnung der Tentakel leicht zu erkennen. Dieselben sind so vertheilt, dass zu jedem Seitenast (jeder seitlichen Ausbuchtung) des Wassergefässes eine Gruppe von drei Tentakeln gehört. Dieselben entspringen dicht nebeneinander aus dem Seitenaste (Fig. 16). Dieselbe Anordnung der Tentakel in Gruppen zu je dreien kommt auch bei Antedon und Actinometra vor und es ist gewiss auffallend und bemerkenswerth, dass eine derartige Uebereinstimmung stattfindet in einem Puncte, in dem man leicht geneigt sein könnte eine beträchtliche Verschiedenheit bei den einzelnen Crinoideen-Gattungen zu vermuthen. Aber die Uebereinstimmung geht noch weiter. Die drei Tentakel je einer Tentakelgruppe besitzen bei Antedon und Actinometra nicht die gleiche Ausstreckungsfähigkeit, sondern verhalten sich darin ungleich und zwar so, dass stets derjenige, welcher der Arm- oder Pinnulaspitze am nächsten steht, also der distale, der grössten Ausstreckung fähig ist. Ganz das gleiche Verhalten findet sich nun auch bei Rhizocrinus.

Unter dem Wassergefäss des Armes und der Pinnula gelangen wir in einen Hohlraum, den wir oben bereits als radiäre Leibeshöhle bezeichnet haben. Es ist schon aus seiner Lagerung ersichtlich und wird durch seinen später noch zu erwähnenden Zusammenhang mit der Leibeshöhle der Scheibe unzweifelhaft erwiesen, dass er der Gesammtheit der Hohlräume, die wir bei anderen Crinoideen als Ventral-, Genital- und Dorsalcanal der Arme und Pinnulä unterscheiden, homolog ist. Auch bei jenen anderen Crinoideen können wir Ventral-, Genital- und Dorsalcanal, die ja, wie an einem anderen Orte [1]) ausführlich erörtert wurde, niemals vollkommen von einander getrennte Hohlräume darstellen, als radiäre Leibeshöhle zusammenfassen. Das Unterscheidende der radiären Leibeshöhle des Rhizocrinus von derjenigen bei Antedon, Actinometra und Pentacrinus liegt in seiner Einfachheit; es ist in ihm noch nicht wie bei jenen durch Bindegewebszüge zu einer Scheidung in verschiedene Abtheilungen gekommen. In dieser Hinsicht verharrt also Rhizocrinus in einem Zustande, der jedenfalls auch bei jenen anderen Formen einmal vorhanden war und sich in Wirklickeit an den jüngsten Theilen ihrer Arme und Pinnulä, nämlich an den Spitzen derselben,

1) l. p. 29 sqq.

auch im erwachsenen Thiere noch findet. Man vergleiche hier meine früheren Angaben [1]), aus welchen hervorgeht, dass an der Spitze des Armes und der Pinnula dès Antedon die radiäre Leibeshöhle nur in Gestalt eines einzigen, nicht weiter getheilten Hohlraumes vorhanden ist.

Das einfache Verhalten der radiären Leibeshöhle in den Armen und den Pinnulä des Rhizocrinus erleidet aber in einem beschränkten Bezirke dennoch eine Complication, wodurch es sich demjenigen der übrigen erwähnten Crinoideen annähert. In der Nähe der Scheibe nämlich, also in dem proximalen Abschnitte der Arme tritt auch bei Rhizocrinus eine bindegewebige Membran in der radiären Leibeshöhle auf, welche dieselbe in horizontaler Richtung durchzieht und so in zwei übereinander gelegene Räume scheidet, von denen der obere zweifelsohne dem Ventralcanal, der untere dem Dorsalcanal des Antedon entspricht. Der proximale Abschnitt der Arme, in welchem diese Scheidung sich findet, ist entwicklungsgeschichtlich der älteste. Die Scheidewand zwischen Ventral- und Dorsalcanal trägt bei geschlechtsreifen Individuen die Generationsorgane und erstreckt sich bis in die untersten drei bis vier Pinnulä. — An den Spitzen der Arme und Pinnulä setzt sich die dort überall ungetheilte radiäre Leibeshöhle bis in das äusserste Ende fort, indem sie stets unter dem gleich weit sich erstreckenden Wassergefässe verbleibt.

Die Wimperorgane, welche ich bei Antedon und Actinometra in dem Dorsalcanal aufgefunden und den Wimpertrichtern in der Leibeshöhle der Synaptiden verglichen habe, vermochte ich bis jetzt bei Rhizocrinus nicht wahrzunehmen, so dass ich geneigt bin, ihre Existenz bei diesem Thiere überhaupt in Abrede zu stellen.

Bezüglich der Generationsorgane hat bereits M. Sars festgestellt, dass sie in derselben Weise in dem Körper des Rhizocrinus gelagert sind wie es von den ungestielten lebenden Crinoideen längst bekannt ist. Sie finden sich nämlich auch hier in den Pinnulä, welche in Folge dessen eine Anschwellung erfahren. Unter den circa 75 Exemplaren, welche Sars zu untersuchen Gelegenheit hatte, gelang es ihm allerdings nur bei einem einzigen Individuum die Geschlechtsorgane nachzuweisen. Er beschreibt diesen Befund des Näheren folgendermassen [2]). An dem verhältnissmässig grossen (Stengel = 70 Mm., Arme = 10 Mm. lang) Exemplare zeigten die drei untersten Pinnulä eines jeden Armes eine Anschwellung, welche sich bei näherer Untersuchung durch eine im Innern der Pinnula gelegene spindelförmige

1) l. p. 39.
2) l. c. p. 25.

feinkörnige Masse verursacht erwies, die sich nahe von der Basis der Pinnula bis etwas über deren halbe Länge erstreckte. Am lebenden Thiere fand G. O. SARS diese Masse von weisser Farbe und aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzt, welche den von W. THOMSON [1]) aus den Hoden des Antedon rosaceus beschriebenen glichen. Auf Grund dieser Befunde ist M. SARS der Ansicht, dass jene Masse einen sich entwickelnden Hoden darstelle. Da aber SARS ausgebildete Spermatozoen nicht auffinden konnte, da ferner die weiblichen Geschlechtsorgane bis jetzt völlig unbekannt geblieben sind, so musste späteren Untersuchungen ein genauerer Aufschluss über die Generationsorgane des Rhizocrinus vorbehalten bleiben. Ich bin nun in der Lage von dem Funde eines zweiten männlichen Individuums berichten zu können. Unter den von Herrn G. O. SARS mir gütigst übersandten Exemplaren vermochte ich bei erster orientirender Untersuchung kein geschlechtlich entwickeltes Individuum zu finden. Eine Anzahl der Arme und Pinnulä wurden alsdann nach der Entkalkung in Schnitte zerlegt — aber nirgends vermochte ich Ovarien oder Hoden zu entdecken [2]). Nur in einer Schnittserie durch den proximalen Abschnitt eines Armes fand sich der den Ventralcanal vom Dorsalcanal scheidenden Membran an- (oder ein-) gelagert ein strangartiges Gebilde, in welchem ich nach seiner Lagerung den Genitalstrang vermuthete. Ueber die Structur desselben liess sich nicht viel Sicheres ermitteln; ich muss selbst unentschieden lassen, ob er in einem besonderen Hohlraum (der dann als Genitalcanal zu bezeichnen wäre) liegt oder nicht. Dass dieses Gebilde aber wirklich der Genitalstrang ist, den wir von anderen Crinoideen genauer kennen gelernt haben, wurde mir unzweifelhaft, als ich mein Material wiederholt durchmusterte und zu meiner Freude in den untersten Pinnulä der Arme eines Exemplares die gesuchten Generationsorgane auffand, welche ich bei der ersten Durchsicht meines Materiales übersehen hatte. Dieselben sind hinsichtlich ihrer Gestalt und Lage von SARS im Allgemeinen ganz richtig geschildert worden. Sie stellen spindelförmige Körper dar, welche sich von dem untersten Pinnulagliede bis über die halbe Länge der Pinnula erstrecken; ihr proximales Ende ist stumpfer abgerundet, als das mehr zugespitzte distale. Wie man schon an optischen Längsschnitten durch die entkalkten Pinnulä zu erkennen vermag, liegen die Geschlechtsorgane in der radiären Leibeshöhle der Pinnula und setzen sich an ihrem proximalen Ende in einen dünnen Strang fort, der in den Arm eintritt und dort in den Genitalstrang des Armes übergeht.

1) W. THOMSON, On the Embryogeny of Antedon rosaceus. Phil. Transact. Vol. 155. 1865. Pl. XXIII. Fig. 4, 5.

2) Vergl. meine Mittheilg. in den Göttinger Nachrichten. Nr. 23. 1876. p. 676

Wie bei Antedon[1]) können wir also auch bei Rhizocrinus an den Generationsorganen zwei Haupttheile unterscheiden: erstens den sterilen Stamm, den sog. Genitalstrang, welcher aus der Scheibe kommend, in den Arm eintritt und dort in die Pinnulä Zweige abgiebt; zweitens die die Geschlechtsproducte entwickelnden Endtheile dieser Zweige (Hoden oder Ovarien).

Bei dem von Sars untersuchten männlichen Exemplare waren nur in den drei untersten Pinnulä[2]) Hoden zur Ausbildung gekommen; in dem mir vorliegenden Individuum aber besitzt auch die vierte Pinnula einen Hoden. Dies kann eine individuelle Variation sein, doch scheint es mir wahrscheinlicher, dass überhaupt mit fortschreitender Geschlechtsreife mehr als drei Pinnulä Aeste des Genitalorganes erhalten können. Was mich zu dieser Meinung bestimmt, ist dass das von mir untersuchte Exemplar gegenüber dem Sars'schen einen höheren Reifezustand zeigte. Während Sars keine ausgebildeten Spermatozoen finden konnte, beobachtete ich ausser den der Wand des Hodens ansitzenden kugeligen oder länglichen Samenbildungszellen in dem Lumen desselben eine dicht zusammengeballte Masse reifer Spermatozoen. Dieselben liessen sich durch Zerzupfung leicht isoliren; sie sind von ähnlicher Gestalt wie diejenigen des Antedon, besitzen ein rundliches, circa 0,002 Mm. grosses Köpfchen und einen sehr feinen Schwanz, dessen Länge die des Köpfchens mehrere Male übertrifft, aber bei seiner Feinheit nicht ganz genau gemessen werden konnte. Die Samenbildungszellen der Wandung besitzen in einem gewissen Stadium ihrer Entwicklung eine kugelige Gestalt von ungefähr 0,028 Mm. Durchmesser, haben einen sehr hellen Inhalt und einen 0,0085 Mm. grossen Kern. Man könnte in Versuchung kommen, dieselben für junge Eier zu halten, wenn nicht ihr heller Inhalt, sowie das gleichzeitige Vorhandensein ausgebildeter Spermatozoen davon abhielte; an Zwitterbildung kann auch nicht gedacht werden, da wir bei den übrigen genauer bekannten Crinoideen bis jetzt überall getrennte Geschlechter gefunden haben. — Eine Ausführungsöffnung der Hoden, entsprechend den Verhältnissen bei Antedon, konnte ich nicht wahrnehmen.

Zum Schlusse der anatomischen Beschreibung der Arme habe ich nun noch zweier Gebilde Erwähnung zu thun, denen man an den Armen begegnet. Es sind das erstlich verschiedenartig gestaltete, grössere oder kleinere Klumpen einer körnigen Substanz, die sich in Carmin nicht färbt und ein gelbliches Aussehen hat. Dieselbe macht durchaus den Eindruck eines Gerinnsels und gleicht vollständig den

1) Vergl.: I. p. 80 sqq. p. 88 sq.
2) Sars, l. c. Taf. III, Fig. 60.

geronnenen Massen, die sich bei anderen Crinoideen [1]) in der Leibeshöhle und den Blutgefässen der todten Thiere finden. Bei Rhizocrinus beobachtete ich diese Massen frei in der radiären Leibeshöhle, dann aber auch in den Geweben, was wohl dafür spricht, dass die Gewebe im Leben von einer leicht gerinnbaren Ernährungsflüssigkeit reichlich durchtränkt sein müssen. So fand ich sehr oft jene Gerinnsel in der dünnen Bindegewebslage, welche das Wassergefäss des Armes von der radiären Leibeshöhle trennt; es sprang in solchen Fällen die kugelige oder wurstförmige geronnene Masse weit in das Lumen der radiären Leibeshöhle vor (Fig. 12 stellt noch nicht den extremsten derartigen Fall dar). Noch beachtenswerther ist das Vorkommen jener Gerinnsel mitten in den Kalkgliedern. Ich sah daraufhin meine früheren Präparate von Antedon nach und finde dort in einigen Fällen dieselben geronnenen Massen sogar in den Fasersträngen, welche die Kalkglieder der Arme und Pinnulä durchziehen. Auch diese Beobachtungen weisen auf eine Durchtränkung der Gewebe des lebenden Thieres mit einer ernährenden Flüssigkeit hin.

Die anderen Gebilde, die ich hier noch zu erwähnen habe, sind die kugeligen Körper (corps sphériques Perrier) neben der Tentakelrinne. Bei Antedon und Actinometra finden sich dieselben in grosser Zahl rechts und links von der Tentakelrinne und fallen durch ihre rothgelbe Färbung leicht ins Auge. Bei Rhizocrinus stellt Sars ihr Vorkommen gänzlich in Abrede, wogegen ich keinen entschiedenen Widerspruch erheben kann, da die Gebilde, welche ich in geringer Anzahl an denselben Stellen der Arme und Pinnulä aufgefunden habe, an denen bei Antedon die kugeligen Körper liegen, keine völlige Uebereinstimmung mit den kugeligen Körpern des Antedon aufweisen. Es sind von einer festen hyalinen Membran gebildete rundliche Kapseln, die sich hier und dort, im Ganzen aber doch nur wenig zahlreich, bald rechts bald links von der Tentakelrinne finden (Fig. 13). Im Innern der Kapsel fand ich das eine Mal (Fig. 13) zahlreiche, locker nebeneinander gelegene glänzend contourirte Kugeln mit dunkelen Körnchen erfüllt; das andere Mal lag im Innern dicht zusammengeballt ein Haufen von rundlichen Zellen, von denen eine jede einen deutlichen Kern, aber nur sehr geringe körnige Einschlüsse besass. Hinsichtlich der Grösse stimmten die Zellen in den einen Fällen mit den Kugeln in den anderen überein. Ich glaube also nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, dass die locker in der Kapsel gelegenen körnigen Kugeln aus jenen Zellen entstanden sind. Perrier [2]) hat von

1) l. p. 12 sqq.

2) Edm. Perrier, Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea. Arch. de zool. exp. et gén. p. p. Lacaze-Duthiers. T. II. 1873,

den kugeligen Körpern des Antedon gezeigt, dass jeder der zahlreichen mit den rothgelb gefärbten Elementen beladene Inhaltskörper ursprünglich eine kernhaltige Zelle ist. Es scheint mir demnach wahrscheinlich, dass jede der körnigen Kugeln bei Rhizocrinus (Fig. 13) je einem der Inhaltskörper der corps sphériques des Antedon entspricht, sich aber in der Form, der Grösse und der nicht deutlich erkennbaren Färbung der Einschlüsse von demselben unterscheidet. Aus dem Mangel der bei Antedon und Actinometra so intensiven Färbung erklärt es sich denn auch, dass Sars die kugeligen Körper des Rhizocrinus übersah. Die Möglichkeit, dass die hier von mir als Homologa der kugeligen Körper des Antedon bei Rhizocrinus in Anspruch genommenen Gebilde vielleicht parasitäre Bildungen seien, dünkt mir nach dem Gesagten sehr wenig wahrscheinlich.

II. Anatomie der Scheibe und des Stengels.

Da wo der Arm sich an die Scheibe [1]) ansetzt, entfernen sich die ventralen und dorsalen Theile desselben von einander. Erstere gehen über in die ventrale Decke, letztere aber in den dorsalen, verkalkten Boden der Scheibe, den sog. Kelch. Der Raum zwischen Decke und Kelch wird eingenommen von der Leibeshöhle, in welche die radiäre Leibeshöhle der Arme mündet, sowie von den von der Leibeshöhle umschlossenen Theilen: dem Darm und dem dorsalen Organ. Die äussere Form der Scheibe bedarf keiner näheren Besprechung, da wir durch Sars eine genaue Beschreibung derselben besitzen. Nicht anders verhält es sich mit den Kalkgliedern, welche den Kelch zusammensetzen.

Wir wenden uns also sogleich zur näheren Betrachtung der Decke der Scheibe. Die Tentakelrinnen der Arme setzen sich auf sie fort und verlaufen ohne besondere Eigenthümlichkeiten aufzuweisen bis zur Umrandung des centralen Mundes, woselbst sie sich zu einer oralen Ringfurche vereinigen. Die Haut der Interradialfelder der Scheibendecke besitzt kleine Kalkplättchen von rundlicher oder unregelmässiger Gestalt, welche den bei allen Verkalkungen der Echinodermen

p. 80. In den oben erwähnten Fällen, in welchen der Inhalt der Kapsel aus einem Haufen deutlicher Zellen bestand, gleichen die kugeligen Körper des Rhizocrinus sehr dem von Perrier, Pl. IV, Fig. 22 *c* abgebildeten Entwicklungszustande derselben Gebilde des Antedon.

1) Ich gebrauche auch hier, wie in meiner früheren Abhandlung, den Terminus »Scheibe« für den ganzen centralen Körpertheil des Crinoids, im Gegensatz zu Sars, welcher mit Scheibe (disque) nur den ventralen Abschnitt (das tegmen calycis Joh. Müll.) desselben bezeichnet und diesem den dorsalen als calyx entgegenstellt. Die Scheibe in dem hier angewandten weiteren Sinne heisst bei Sars Krone.

wiederkehrenden netzförmigen Bau besitzen und bereits von SARS abgebildet wurden[1]). Ausserdem findet sich aber in einem jeden Interradialfelde auch noch eine grössere Kalkplatte. Dieselbe liegt im oralen Winkel des Interradialfeldes und überragt dort die Ringfurche, welche den Mund umgiebt. Diese den Mundeingang umstehenden interradialen Kalkplatten sind wahrscheinlich den Oralia genannten Platten[2]) der pentacrinoiden Jugendform des Antedon homolog.

In den Tentakelrinnen der Scheibe verhalten sich die Epithelauskleidung, der Nerv und das Wassergefäss ganz wie in den Armen, wie Fig. 1 zeigt. Genannte Abbildung stellt einen verticalen Schnitt durch die dorsoventrale Achse des Thieres dar. Arme und Stengel sind nur mit ihren proximalen Enden in der Zeichnung angegeben. Die linke Seite des Schnittes hat einen Radius, die rechte einen Interradius getroffen. In der erstgenannten Hälfte geht der Schnitt der Länge nach durch eine Tentakelrinne der Scheibe. Daselbst ist unter der hohen Epithelauskleidung der radiäre Wassergefässstamm deutlich zu erkennen. In der Nachbarschaft der Mundöffnung angekommen mündet der radiäre Wassergefässstamm in einen den Mund umkreisenden Ringcanal, den Wassergefässring. In letzterem erblickt man (Fig. 1, 2, 8) wiederum die frei durch das Lumen gespannten Muskelfäden, die wir auch in den Wassergefässen der Arme und Pinnulä fanden, und deren Vorkommen im Wassergefässringe auch bereits bei Antedon bekannt ist. Ausser den Muskelfäden in seinem Lumen besitzt der Wassergefässring des Rhizocrinus aber auch Muskelfasern in seiner Wandung und zwar übereinstimmend mit Antedon Längsmuskelfasern (Fig. 2)[3]).

Bevor wir die Anhangsgebilde des Wassergefässringes näher ins Auge fassen, haben wir noch dem Epithel der Tentakelrinnen und dem darunter gelegenen Nerven nach deren Ankunft am Munde einige Aufmerksamkeit zu schenken. Jenes geht unmittelbar über in das Epithel des Mundeinganges (Fig. 1, 8). Die radiären Nerven aber vereinigen sich zu einem oralen Nervenringe, welcher zu dem Epithel des Mundeinganges in der gleichen Lagebeziehung steht wie die radiären Nerven zu dem Epithel der Tentakelrinnen. Auch dies sind nur Wiederholungen der bereits von Antedon bekannten Verhältnisse.

Anhangsgebilde des Wassergefässringes sind erstens die Mundtentakel, zweitens die Steincanäle. Die Mundtentakel kommen bei Rhizocrinus lofotensis nur in sehr beschränkter Zahl vor. SARS hat be-

1) M. SARS, l. c. p. 17, Taf. IV, Fig. 90.
2) M. SARS, l. c. p. 17, Taf. IV, Fig. 86—91.
3) l. p. 46, p. 85.

reits richtig erkannt und abgebildet, dass sich in einem jeden Interradius immer nur vier Mundtentakel befinden [1]. Bei der Mehrzahl der Individuen erhalten wir sonach $4 \times 5 = 20$ Mundtentakel. Bei jenen aber [2], welche statt der regulären fünf Radien deren vier oder sechs oder in noch selteneren Fällen sieben ausgebildet haben, finden sich dem entsprechend 16 oder 24 oder 28 Mundtentakel. Bei Rhizocrinus besitzen die Mundtentakel, die sich im Allgemeinen nicht von den Tentakeln der Arme unterscheiden, Papillen, während ich an den Mundtentakeln des erwachsenen Antedon das Vorhandensein derselben an meinen Exemplaren nicht zu constatiren vermochte. In Uebereinstimmung mit Antedon entspringen auch die Mundtentakel des Rhicocrinus nicht gruppenweise aus dem Wassergefässringe, etwa so wie die Tentakel der Arme aus dem radiären Wassergefässe, sondern isolirt nebeneinander. Eine gewisse Gruppirung der Mundtentakel kommt nun aber doch bei Rhizocrinus zu Stande, jedoch in anderer Weise: dadurch nämlich, dass die vier Mundtentakel in jedem interradialen Bezirke in ungleichen Abständen von einander aus dem Wassergefässringe sich erheben. Die dadurch gegebene Anordnung der Mundtentakel ist eine solche, dass in einem jeden Interradialfelde die vier vorhandenen Tentakel in zwei Paare zerlegt werden, von denen ein jedes nahe an die nächst benachbarte Tentakelrinne gerückt ist. Es bleibt also zwischen den beiden Tentakelpaaren ein grösserer, der Mitte des Interradialfeldes entsprechender Zwischenraum übrig. Sars hat die hier geschilderte Anordnung der Tentakel in seiner Fig. 91, Taf. IV deutlich abgebildet. Derselbe hat ferner die beiden Tentakel eines jeden Tentakelpaares mit besonderen Benennungen belegt, indem er von jedem Paare den der Mitte des Interradialfeldes zunächst gelegenen als interradiären, den der nächsten Tentakelrinne benachbarten aber als radiären Tentakel bezeichnet. Diese Benennungen halte ich nicht für sehr glücklich gewählte, da ja auch die radiären Mundtentakel in den interradiären Regionen der Scheibe gelegen sind. Ueberdies liegt gar keine besondere Nöthigung vor, die Tentakel eines jeden Paares durch besondere Namen von einander zu unterscheiden. Sie weichen in ihrem Baue nicht von einander ab, nur in ihren Dimensionen zeigen sie eine geringe Differenz, indem die interradiären stets kürzer sind als die radiären und auch nach Sars eine geringere Ausstreckungsfähigkeit besitzen. In Fig. 2 ist die Uebergangsstelle einer Tentakelrinne der Scheibe in die Mundumrandung abge-

1) M. Sars, l. c. Taf. IV, Fig. 90, 91.

2) Sars fand unter 75 Exemplaren: 43 mit 5, 15 mit 4, 15 mit 6 und 2 mit 7 Radien. Die von Pourtalès an der Küste von Florida gefischten Exemplare waren sämmtlich fünfarmig.

bildet. Wir erblicken dort links (ausgezeichnet) und rechts (durch punctirte Linien angedeutet) ein Paar Mundtentakel; mit *Ti* ist in jedem Paare der interradiäre, mit *Tr* der radiäre Tentakel bezeichnet.

Ausser den Mundtentakeln besitzt der Wassergefässring des Rhizocrinus noch andere Anhangsgebilde, welche sich indessen nicht nach aussen erheben, sondern nach innen in die Leibeshöhle herabhängen. Es sind dies Organe, welche in den interradialen Bezirken in Gestalt runder, gleichmässig weiter Schläuche aus dem Wassergefässringe entspringen, mit einem verhältnissmässig hohen Epithel ausgekleidet sind und an ihrem frei in die Leibeshöhle hängenden Ende eine Oeffnung besitzen (Fig. 8). Es kann bei der Uebereinstimmung in Bau und Lagerung keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass wir hier dieselben Zuleitungsorgane des Wassergefässsystemes vor uns haben, die sich am Wassergefässringe von Antedon und Actinometra finden. Aus vergleichend-anatomischen Gründen habe ich dieselben dort geradezu als die Homologa der sog. Steincanäle anderer Echinodermen bezeichnet, und bin durch seither fortgesetzte Untersuchungen an Vertretern der anderen Echinodermenclassen zur vollen Ueberzeugung von der Richtigkeit dieser Auffassung gelangt. In einer späteren Abhandlung gedenke ich ausführlicher über diese Untersuchungen zu berichten[1]. Hier aber stehe ich nicht an, die erwähnten Schläuche am Wassergefässringe des Rhizocrinus, Steincanäle zu nennen.

Auch die bei Pentacrinus, Antedon und Actinometra vorhandenen Poren in den interambulacralen Feldern, die Kelchporen, vermisst man bei Rhizocrinus nicht (Fig. 8), obschon sie hier weniger leicht aufzufinden als dort. Es liegt dies erstens an den weit geringeren Dimensionen, dann aber auch vor allem daran, dass in einem jeden Interradialfelde nur ein einziger Porus vorhanden ist, während ja bei Antedon ihre Zahl eine sehr grosse zu sein pflegt (bei Antedon rosaceus kommen auf der ganzen Scheibe circa 1500 Kelchporen vor). Bei regulären fünfarmigen Rhizocrinen finden sich also auf der ganzen Scheibe fünf Kelchporen. Es ist von besonderem Interesse, dass in dieser

1) Es wird dort der Nachweis geführt werden, dass wir bei den Zuleitungsorganen des Wassergefässsystemes der Echinodermen stets zwei Hauptheile streng auseinander halten müssen: den eigentlichen Steincanal, welcher dem Wassergefässringe anhängt (und für welchen wohl ein besserer Namen zu wählen ist) und zweitens das (mit Ausnahme der Holothurien) in der Haut gelegene Porensystem (oder bei manchen Formen den einzigen Porus) der sog. Madreporenplatte. Beide Haupttheile verbinden sich mit Ausnahme der Crinoideen durch ein meist histologisch differentes Zwischenstück, das man als einen dritten Theil der Zuleitungsorgane betrachten kann, welches aber genetisch wahrscheinlich mit dem zweiten Haupttheile in engerer Zusammengehörigkeit steht.

Anzahl der Kelchporen (einen Porus auf jedes der fünf Interradialfelder) Rhizocrinus ein Verhältniss dauernd bewahrt, welches bei Antedon ein vorübergehender Jugendzustand ist. Wir wissen nämlich durch PERRIER, dass bei dem jungen Antedon nur ein Kelchporus in jedem Interradius vorhanden ist (PERRIER bezeichnet denselben allerdings irrthümlicherweise als ein Blindsäckchen)[1]. Entsprechend der geringen Zahl der Kelchporen ist auch die Anzahl der Steincanäle bei Rhizocrinus eine beschränkte. Während ich bei Antedon mindestens dreissig in jedem Interradius zählte, finde ich bei Rhizocrinus in einem jeden Interradius nur einen einzigen Steincanal. Wir haben also bei fünfstrahligen Individuen im Ganzen fünf Kelchporen und fünf Steincanäle. Es ist höchst wahrscheinlich, dass bei den sechs- und siebenstrahligen, sowie den nur vierstrahligen, die Zahl der Kelchporen und Steincanäle eine entsprechend grössere, resp. kleinere ist.

Wir kommen zu den weiter im Innern der Scheibe gelegenen Organen. Es sind drei wichtige Gebilde, die uns dort entgegentreten: der Darmcanal, die Leibeshöhle und das dorsale Organ mit den damit in Zusammenhang stehenden Theilen. Was zunächst den Verdauungstractus betrifft, so ist dessen Anfangs- und Endöffnung von M. SARS bereits hinreichend ausführlich geschildert worden. Bemerkenswerth ist, dass der After sich nicht röhrenförmig über das Niveau der ventralen Oberfläche der Scheibe erhebt. Ueber den Verlauf des Darmcanals haben wir bis jetzt keine Kenntniss. Die Untersuchung hat nun ergeben, dass der Verlauf des Darmes ein ganz ähnlicher ist wie bei Antedon. Es beschreibt derselbe im Innern der Scheibe eine einzige Windung um die dorsoventrale Achse (Fig. 1, 7). Von dem centralen Munde steigt der Darm zuerst eine kleine Strecke weit abwärts, und wendet sich dann seitwärts; alsdann verläuft er in einer im Allgemeinen horizontalen Lage in einer Windung von links nach rechts (wenn man sich das Thier mit seiner Mundöffnung dem Beobachter zugekehrt denkt). Bei dieser Windung bleibt der Darm nicht von gleichem Durchmesser, sondern erweitert sich sehr stark nach dem unteren Theile des Kelchraumes, so dass dieser fast gänzlich von der Darmaussackung ausgefüllt wird (Fig. 6). Sobald der Darm nach zurückgelegter Windung wieder in demjenigen Interradius angekommen ist, in welchem er die senkrechte Richtung seines Anfangsstückes verlassen hatte, wendet er sich wieder aufwärts, legt sich mit seinem Endabschnitte sogar ein wenig über den Beginn seiner Windung und mündet dann in der Afteröffnung nach aussen. Die Aussackungen an

1) PERRIER, l. c. p. 42.

der inneren (der dorsoventralen Achse zugekehrten) Seite des Darmes, welche sich bei Antedon finden und dort von W. B. CARPENTER[1]) als eine Leber vermuthungsweise bezeichnet werden, fehlen dem Darm des Rhizocrinus gänzlich. So zeigt sich denn auch hinsichtlich des Darmtractus bei Rhizocrinus im Allgemeinen zwar Uebereinstimmung mit Antedon, im Einzelnen aber eine grössere Einfachheit der Organisation.

Letzteres gilt auch von der Leibeshöhle. Dieselbe ist hier wie bei Antedon von bindegewebigen Zügen durchsetzt, welche vom Darme zur Körperwand oder von einer Darmwindung zur anderen hinziehen. Auch das nachher zu betrachtende dorsale Organ wird wie bei Antedon von Bindegewebssträngen in seiner Lage festgehalten. Niemals aber erhalten die Bindegewebszüge in der Leibeshöhle des Rhizocrinus eine so starke Entwicklung, dass sie wie beim erwachsenen Antedon einen bis auf bestimmte Stellen allseitig geschlossenen Sack um die Darmwindung (Eingeweidesack) bilden. In dem pentacrinoiden Jugendstadium des Antedon fehlt gleichfalls der Eingeweidesack[2]). Wie bei Antedon setzt sich auch bei Rhizocrinus die Leibeshöhle der Scheibe fort in diejenige der Arme, welch' letztere wir oben als radiäre Leibeshöhle von jener unterschieden. In Fig. 1 ist der Zusammenhang der Leibeshöhle der Scheibe mit derjenigen des Armes in der linken Hälfte der Abbildung angedeutet.

Aus den Kalkstücken des Kelches erhebt sich das dorsale Organ und steigt bis zur Umgebung des Mundes empor, woselbst es in einer mir nicht ganz klar gewordenen Weise endigt; nur vermuthungsweise wage ich die Meinung auszusprechen, dass es sich dort in ein Gefässgeflecht, welches den Mundeingang umgiebt, auflöst. Die Lagerung des dorsalen Organes im Innern der Scheibe ist eine ganz bestimmte. Dieselbe lässt sich aber an dem durch die dorsoventrale Achse geführten Längsschnitte (Fig. 1) nicht erkennen, da das erwähnte Organ, sobald es sich am Boden des Kelches aus den Kalkgliedern des letzteren erhebt und in die Leibeshöhle eintritt, von der senkrecht aufsteigenden Richtung ablenkt und einen schiefen Verlauf einschlägt. Um diesen genau zu verfolgen, ist es nöthig, Serien von horizontalen Schnitten durch die Scheibe zu studiren. Die Abbildungen solcher Schnitte (Fig. 3, 4, 5, 6, 7) sind alle derselben Schnittserie entnommen und kehren ihre obere, ventrale Seite dem Beobachter zu. In Fig. 5 sehen wir bereits, wie das dorsale Organ von dem senkrechten Verlaufe (Fig. 3, 4) abbiegt und sich in der Richtung eines Interradius von der dorsoventralen Achse entfernt. Noch stärker ist diese Ablenkung in einem weiter aufwärts

1) W. B. CARPENTER, On the Structure, Physiology and Development of Antedon rosac. Proceed. Roy. Soc. No. 166. 1876. p. 216.

2) Vergl. W. B. CARPENTER, l. c.

folgenden Schnitte (Fig. 6) zu bemerken. Durch die fast den ganzen Kelchraum zwischen den ersten und zum Theil noch den zweiten Radialien ausfüllende Darmaussackung wird das dorsale Organ ganz zur Seite gedrängt. In Folge dessen sehen wir dasselbe in dem gleichen interradialen Bezirke, nach welchem es schon in der Fig. 5 hinstrebte, fast dicht der Körperwand anliegend, in einem engen, dort zwischen Darmaussackung und Körperwand übrig gebliebenen Abschnitte der Leibeshöhle. In demselben Interradius verbleibt nun das dorsale Organ in den ventralwärts folgenden Schnitten; nur seine Annäherung an die Körperwand (Fig. 6) wird nicht bewahrt, sondern es schiebt sich der Enddarm zwischen das dorsale Organ und die Körperwand (Fig. 7). Bezüglich der feineren Structur des dorsalen Organes war es mir an meinem Material nicht möglich zu einer genaueren Kenntniss derselben durch sichere Beobachtungen beizutragen.

Betrachten wir nunmehr das dorsale Organ in seinem Verhalten im Innern der Kalkglieder des Kelches. Aus der Leibeshöhle kommend durchsetzt es in senkrechter Richtung, genau in der dorsoventralen Achse, die aus verkalktem Bindegewebe bestehende Ausfüllungsmasse zwischen den umgebildeten und nach innen gedrängten Basalien (Fig. 1, 3, 4, 5) und tritt dann in das oberste verdickte Stengelglied ein (Fig. 1). Bevor ich sein Verhalten daselbst näher zu schildern versuche, muss ich meine Auffassung der den Kelch zusammensetzenden Kalkstücke erörtern, da ich bezüglich eines nicht unwesentlichen Punctes anderer Meinung bin als M. Sars. Die Differenz unserer Ansichten bezieht sich auf die Frage, welche Stücke des Kelches als umgewandelte Basalia anzusehen seien.

Wie bekannt ist, hat W. B. Carpenter [1]) den Nachweis geliefert, dass die bei der pentacrinoiden Larve des Antedon rosaceus zuerst vorhandenen fünf interradiären dorsalen Kalkstücke, die Basalia, im Verlaufe der weiteren Entwickelung von den sich ausbildenden Radialien immer mehr nach innen gedrängt und sich dort schliesslich beim erwachsenen Thiere in sehr reducirter Form in Gestalt der sogenannten Rosette wiederfinden. Es liegt nun bei den weitgehenden Uebereinstimmungen zwischen Rhizocrinus und dem Pentacrinus-Stadium des Antedon nahe anzunehmen, dass auch hier ein derartiger Verschiebungs- und Umbildungsprocess der Basalia stattfinde, obgleich wir die Entwicklungsgeschichte des Rhizocrinus noch nicht durch directe Beobachtungen kennen gelernt haben. Es fragt sich also, in welchem Theile des Kelches beim erwachsenen Rhizocrinus man die umgebildeten Basalia zu suchen

1) W. B. Carpenter, Researches on the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus I. Philos. Transact. Vol. 156. 1866.

habe. Sars[1]) ist der Meinung, dass das in meinen Abbildungen (Fig. 1, 3, 4) mit *BF* bezeichnete Kalkstück der Rosette des Antedon gleichzusetzen sei. Von den dieses Stück umgebenden Theilen rechnet er die fünf Stücke *B* (Fig. 1, 4, 5) zu den ersten Radialien *RI*, welche selbst nach aussen überwachsen sind von dem verdickten obersten Stengelgliede St_1. Nun aber fällt es mir an meinen Präparaten auf, dass die Stücke *B*, welche nach Sars zu den ersten Radialien gehören und integrirende Theile derselben sein sollen, nicht radiär, wie es nach der Sars'schen Auffassung sein müsste, sondern interradiär liegen, so nämlich, dass stets die Mittellinie eines jeden Stückes *B* in die Trennungsebene zweier aneinanderstossender Radialien fällt. Sars hat also, was ja bei der engen Aneinanderlagerung und Verwachsung der hier in Betracht kommenden Theile und den geringen von ihm angewendeten Vergrösserungen erklärlich ist, die in Rede stehenden Stücke *B* unrichtig begrenzt; er hat die linke Hälfte eines jeden Stückes *B* mit der rechten Hälfte des nächstanstossenden Stückes als ein einziges radiär gelegenes Kalkstück betrachtet, welches zu dem unter und nach aussen von ihm gelegenen ersten Radiale gehöre. Sind aber, wie ich das an meinen Präparaten hinreichend sicher zu erkennen glaube, die Kalkstücke *B* anders abzugrenzen, so nämlich, dass ihre Trennungslinien zugleich die Mittellinien der Radialien sind, so können sie auch genetisch nicht wohl mit ihnen zusammengehören. Es scheint mir demnach die einzig befriedigende Auslegung der Stücke *B* die zu sein, dass man sie als nach innen verschobene und in ihrer ursprünglichen Gestalt veränderte Basalia auffasst.

Da nun ferner die von den Basalien umschlossene Kalkmasse *BF* bei ihrer deutlichen Abgrenzung von jenen nicht zu ihnen gerechnet und etwa als verschmolzenes centrales Ende derselben angesehen werden kann, so fragt es sich, ob sich eine andere Deutung dafür finden lässt, nachdem die Sars'sche Auffassung (der in ihr die umgewandelten Basalien sieht) durch Obiges unhaltbar geworden sein dürfte. Es scheint mir nun nicht schwer eine Deutung der Kalkmasse *BF* zu finden, wenn wir zum Vergleich die Verhältnisse heranziehen, welche Antedon darbietet. Dort ist derjenige Abschnitt des dorsalen Organes, welcher zwischen den nach innen gedrängten ersten Radialien aufsteigt, von Bindegewebszügen umgeben, die zum grössten Theile verkalkt sind, und zwar um so mehr, je weiter man dorsalwärts hinabschreitet. Aus solchen verkalkten Bindegewebszügen kann man sich nun auch das Kalkstück *BF* bei Rhizocrinus entstanden denken, wobei man dann allerdings eine so bedeutende Entwicklung von verkalkendem Binde-

1) Sars, l. c. p. 12.

gewebe zwischen den Basalien des Rhizocrinus annehmen muss, dass dadurch alle Fortsetzungen der Leibeshöhle, die ja ursprünglich zwischen die Basalien hinabgereicht hat, ausgefüllt wurden. Es spricht sehr für diese Ansicht, dass nach oben das Kalkstück *BF* sich unmittelbar fortsetzt in maschenbildende Bindegewebsstränge, die den Boden des Kelches einnehmen und das dorsale Organ daselbst umgeben (Fig. 5). Auch noch eine andere Erwähnung spricht für die Richtigkeit der hier gegen Sars vertretenen Auffassung des Kalkstückes *BF* und der Kalkstücke *B*. Wäre die Ansicht von Sars richtig, so hätten wir hinsichtlich der Rückbildung und Lageverschiebung der Basalia bei Rhizocrinus ein weit vorgeschritteneres Stadium als bei Antedon, während, wenn meine Ansicht die richtige ist, die Umbildung der Basalia bei Rhizocrinus nicht so weit gediehen ist wie bei Antedon; sie sind noch als fünf getrennte Stücke erkennbar und noch nicht wie bei Antedon zu einem einzigen ungetheilten Stücke verschmolzen. Letztere Auffassung entspricht dem Character der Gesammtorganisation des Rhizocrinus, den man im Vergleich mit Antedon geradezu einen embryonalen nennen könnte, offenbar mehr als die Erstere. Denkbar wäre es allerdings, dass die starke Entwicklung des obersten in die Zusammensetzung des Kelches hineingezogenen Stengelgliedes, welches Basalien und erste Radialien von unten und aussen umwächst und nach innen drängt, bei Rhizocrinus eine weitergehende Umbildung der Basalia zur Folge gehabt habe als bei Antedon. Dann aber (wenn man also mit Sars die Kalkmasse *BF* als umgewandelte Basalia ansieht) fehlt es an jeder haltbaren Deutung der interradiären Stücke *B*. Ich glaube demnach, so lange nicht die Entwicklungsgeschichte des Rhizocrinus widersprechende Resultate ergiebt, berechtigt zu sein die Stücke *B* als Basalia, das Stück *BF* aber als verkalkte bindegewebige Ausfüllung des ursprünglich zwischen die Basalia reichenden Abschnittes der Leibeshöhle anzusprechen.

Kehren wir nach dieser Auseinandersetzung über die den Kelch zusammensetzenden Kalkstücke zurück zu dem dorsalen Organ. Wir haben dasselbe verlassen, als es in das oberste Stengelglied eintrat. Dort angekommen bildet es durch Erweiterung von fünf peripherisch und radiär gelegenen Gefässen ein f ü n f k a m m e r i g e s O r g a n in ganz ähnlicher Weise wie bei Antedon. Fig. 4 zeigt uns einen Längsschnitt, Fig. 9 einen Querschnitt durch das gekammerte Organ [1]). Die

1) W. B. Carpenter (welcher gleichfalls Untersuchungen an Rhizocrinus lofotensis, sowie auch an anderen gestielten Crinoideen angestellt, aber bis jetzt noch nicht veröffentlicht hat) scheint nach einer gelegentlich der Mittheilung seiner Beobachtungen an Antedon gemachten Aeusserung irrthümlicher Weise die Existenz des gekammerten Organs bei den gestielten Crinoideen in Abrede zu stellen. Supplemental

fünf Kammern sind so um den centralen Achsenstrang angeordnet, dass sie sich gegenseitig eng berühren; den Achsenstrang indessen berühren sie nicht unmittelbar, sondern bleiben von demselben durch einen ihn rings umgebenden Raum getrennt. Die Structur der Kammerwände zeigt keine bemerkenswerthe Differenz von Antedon. Bezüglich seiner Gesammtform aber ist das gekammerte Organ von anderer Gestalt als bei Antedon. Dort hat es eine Form, die man etwa mit einer abgeplatteten Kugel vergleichen könnte. Bei Rhizocrinus aber ist es von birnförmiger Gestalt, mit dem breiteren Ende nach oben gerichtet, mit dem schmäleren Ende aber sich in den Stengel fortsetzend. Der Achsenstrang scheint nicht aus einer grösseren Zahl von Gefässen zusammengesetzt zu sein, sondern nur einen einzigen Hohlraum zu besitzen.

In den Stengel setzt sich, wie gesagt, das gekammerte Organ fort und zwar betheiligt sich an dieser Fortsetzung nicht nur der Achsenstrang, sondern auch die Kammern. Die Letzteren verengern dorsalwärts ihr Lumen immer mehr und werden so zu fünf Gefässen, welche rings um das Gefäss des Achsenstranges gelagert sind. So tritt also das dorsale Organ in Gestalt von sechs Gefässen in den Stengel ein; eines dieser sechs Gefässe verläuft in der dorsoventralen Achse des Thieres, die fünf andern liegen um dasselbe herum und sind ebenso wie die Kammern aus denen sie hervorgingen radiär angeordnet. In den Stengelgliedern findet sich keine unmittelbare seitliche Berührung der fünf radiär gelegenen Gefässe mehr vor, sondern sie sind unter sich, wie von dem centralen durch einen kleinen Zwischenraum getrennt (Fig. 10). Das centrale Gefäss besitzt in seiner Wandung fünf dicke sich in Karmin stark färbende Fasern [1]) welche sich nicht unterscheiden von Fasern der Ligamente zwischen den Kalkgliedern des Stengels. In dem centralen Gefäss sowohl als in den fünf peripherischen liegen in meinen Präparaten Gebilde, die vielleicht zellige Elemente der Ernährungsflüssigkeit sind, aber nicht deutlich als solche erkennbar waren.

Von der Gefässachse der Stengelglieder gehen Gefässe ab in die Ranken. In jedem Cirrhus fand ich in der Achse der Kalkglieder derselben verlaufend nur ein meist mit zelligen (?) oder körnig geronnenen

Note to a Paper »On the Structure etc. of Antedon«. Proceed. Roy. Soc. No. 169. 1876. p. 8 (Sep.-Abr.): »in the pedunculate Crinoids, as in the early Pentacrinoid stage of Antedon, there is no ventricular dilatation, the solid radial cords directly arising from the axis«. Der hier citirte Artikel W. B. Carpenter's ist neuerdings unverändert abgedruckt in Annals and Mag. Nat. Hist. 4. Ser. Vol. 19. Febr. 1877.

1) Diese Fasern hat Sars bereits beobachtet wie aus seiner Angabe l. c. p. 7 hervorgeht: »le canal de l'axe (de la tige) est rempli d'un cordon mou, qui semble renfermer des fibres longitudinales assez fortes, semblables à celles des ligaments.

Elementen gefülltes Gefäss; ich vermochte aber nicht sicher zu entscheiden, ob dies Gefäss des Cirrhus aus dem centralen oder aus einem der fünf peripherischen Gefässe der Gefässachse des Stengels stammt.

Der Nachweis, dass beim Rhizocrinus lofotensis in dem einfachen Centralcanal des Stengels sechs Gefässe nebeneinander verlaufen, ist von grosser Bedeutung für die Erklärung der Verhältnisse, die sich bei vielen fossilen Crinoideen finden. Es wird dadurch verständlich weshalb wir dort so häufig einem fünflappigen Centralcanal der Stengelglieder begegnen. Der Stengel umschloss, so dürfen wir annehmen, auch bei den fossilen Formen nicht einen einzigen Canal, sondern in den einen Fällen, bei fünflappigem Nahrungscanal, gleich dem Rhizocrinus einen centralen und fünf den fünf Ausbuchtungen des Centralcanals entsprechende peripherische Canäle, in den andern Fällen, bei vier- oder dreilappigem Nahrungscanal, ausser dem centralen noch vier resp. drei peripherische Canalräume. Wo wir aber bei fossilen Formen einen nicht ausgebuchteten, sondern einfach gerundeten Centralcanal finden, haben wir deshalb kein Recht anzunehmen, dass dort auch nur ein einziger Canal im lebenden Thiere verlief, sondern es ist die grössere Wahrscheinlichkeit, dass auch dort sechs Canäle (fünf peripherische um einen centralen geordnet) vorhanden waren. Mit der vorhin gegebenen Erklärung des verschiedenartig ausgebuchteten Centralcanals des Stengels vieler fossilen Crinoideen steht auch die Orientirung jener Ausbuchtungen im besten Einklang. Wie z. B. aus den von L. Schultze[1]) gegebenen Abbildungen und Schematen erhellt, sind die Ausbuchtungen in den typischen Fällen in welchen ihrer fünf am Centralcanal vorhanden sind, radiär gerichtet, also genau so, wie die peripherischen Canäle in der Gefässachse des Stengels des Rhizocrinus.

Das gekammerte Organ ist mit einer Fasermasse umgeben, die hier jedoch nicht so stark entwickelt ist wie bei Antedon. Von einer dünnen Lage dieser Fasermasse wird auch die Fortsetzung des gekammerten Organes in den Stengel eine Strecke weit umhüllt. Ich habe bereits in meinen Beiträgen zur Anatomie der Crinoideen darauf hingewiesen, dass das Vorkommen dieser Fasermasse rings um die Cirrhengefässe des Antedon gegen die Ansicht W. B. Carpenter's spricht, welcher in ihr ein motorisches Nervensystem erblickt; denn wir kennen bis jetzt keine Muskeln an den Cirrhen und es ist also auch nicht denkbar, dass bei deren Mangel dennoch ein motorischer Nerv zur Aus-

1) Ludwig Schultze, Monographie der Echinodermen des Eifler Kalkes. Denkschriften der k. Akademie d. Wissenschaften zu Wien. Math.-Natw. Classe. 1867. Bd. XXVI. 2. Abth. p. 113—330. Mit 13 Taf. p. 141, Schema des Phimocrinus; p. 165, Schema des Rhodocrinus. Vergl. ferner die Figuren der Tafeln.

bildung gekommen sei. Nicht minder scheint mir nun auch das Vorkommen der Fasersubstanz in den Stengelgliedern des Rhizocrinus der Ansicht CARPENTER's Schwierigkeiten zu bereiten. Es ist sowohl von SARS als von AGASSIZ am lebenden Thiere constatirt worden [1]), dass der Stengel nicht willkürlich bewegt wird. Muskeln fehlen, wie die Untersuchung zeigt, hier ebenso gut wie bei Pentacrinus [2]) zwischen den Stengelgliedern. Ich kann mir schlechterdings nicht denken, was ein motorischer Nerv in dem Stengel soll, wenn keine Muskeln da sind, die er bewegen könnte.

Von der Fasermasse welche das gekammerte Organ umgiebt gehen Faserstränge ab, welche in interradiärer Richtung verlaufen (Fig. 1, 9, 18). SARS hat irrthümlicher Weise angegeben, dass dieselben radiär gerichtet seien. In Fig. 45 der SARS'schen Abhandlung sind zwei dieser Stränge (oder richtiger der Canäle im Kalkstück, welche die Stränge beherbergen) gezeichnet. Nach Text und Tafelerklärung sollen die genannten Canäle (Stränge) in die Radien eintreten und direct übergehen in die Achsencanäle (Achsenstränge) der Kalkglieder der Arme. Thatsächlich aber verhält sich die Sache anders. Die von dem gekammerten Organ abgehenden Faserstränge sind interradiär gerichtet. Das gleiche Verhalten findet sich wie an einem anderen Orte ausführlich erörtert wurde, auch bei Antedon [3]) und ist von BEYRICH bei Encrinus liliiformis und, was für den Vergleich mit Rhizocrinus noch wichtiger ist, auch bei Apiocrinus [4]) nachgewiesen worden. Wir dürfen es jetzt also wohl als den Crinoideen überhaupt gemeinsam bezeichnen, dass die von dem gekammerten Organ ausgehenden Faserstränge interradiär gerichtet sind. Bei Encrinus und Antedon treten die interradiären Faserstränge in die Basalia, gabeln sich daselbst, dann gehen die Gabeläste in die untersten Radialien, verbinden sich hier durch Commissuren und verfolgen dann ihre weitere Bahn durch die Radien, Arme und Pinnulä.

1) G. O. SARS richtete sein besonderes Augenmerk auf die Frage, ob Rhizocrinus seinen Stengel willkürlich zu bewegen im Stande sei. Aber das Resultat seiner Beobachtungen war ein negatives »Malgré toute mon attention il ne m'a été possible de découvrir aucun mouvement indépendant de la tige«. Nur passiv werde der Stengel durch die Strömungen des umgebenden Wassers und ähnliche Einwirkungen hin und her bewegt und gebogen. Diese Beobachtungen von G. O. SARS sind mitgetheilt bei M. SARS, l. c. p. 33. Die gleichfalls am lebenden Thiere angestellten Beobachtungen von A. AGASSIZ theilt POURTALÈS (l. c. p. 29) mit: »I have not been able to detect any motion in the stem traceable to contraction«.

2) cf. JOH. MÜLLER, Ueber den Bau des Pentacrinus. p. 187.

3) l. p. 61 sqq.

4) BEYRICH, Ueber die Crinoideen des Muschelkalks. Abhdlgn. d. k. Akad. zu Berlin. 1857. p. 21.

Bei Rhizocrinus ist das Verhalten der Faserstränge ein einfacheres. Sie verlaufen, wie gesagt, zunächst interradiär (vergl. Fig. 1, 9, 18) und verbinden sich dann in den untersten Radialien durch Commissuren, ohne dass vorher eine Gabelung stattgefunden hätte (Fig. 3). Aus dem von den Commissuren gebildeten Ringe entspringen dann in radiärer Richtung die Faserstränge, welche die Radialien und weiterhin die Kalkglieder der Arme und Pinnulä durchziehen. In Fig. 18 habe ich diesen im Vergleich mit Antedon und Encrinus sehr einfachen Verlauf schematisch dargestellt; die feineren Linien bedeuten die Grenzen der Kalkglieder, die dunkleren Linien aber die Faserstränge.

Schliesslich möchte ich noch in Kürze auf die Frage eingehen, wie wir das Centrodorsalstück des Antedon und der übrigen freilebenden Crinoideen im Vergleich zu dem Stengel der gestielten Formen aufzufassen haben. Hinsichtlich der Kalkstücke des Centrodorsales müssen wir bei Antedon daran festhalten, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, auf irgend eine Weise dasselbe als zusammengesetzt aus mehreren eng verbundenen Kalkstücken, die dann den Stengelgliedern zu vergleichen wären, zu erweisen. Wir können das Kalkstück des Centrodorsale also auch nicht als eine zusammengedrängte Masse mehrerer oder zahlreicher obersten Stengelglieder betrachten, sondern dasselbe nur gleichsetzen dem einen obersten Stengelgliede, welches bei Rhizocrinus verdickt ist und an der Bildung des Kelches bedeutenden Antheil nimmt. Anders aber gestaltet sich die Sache, wenn wir von den Weichtheilen und den Anhangsgebilden ausgehend das Centrodorsale des Antedon mit dem Stengel des Rhizocrinus vergleichen. Wir können dann die Verhältnisse des Rhizocrinus nur so auf diejenigen des Antedon beziehen, dass wir die sämmtlichen Wirtel der Cirrhengefässe, die bei Rhizocrinus in weiten Abständen aus der Gefässachse des Stengels entspringen, immer näher zusammengerückt denken, so dass sie schliesslich in ihrer Gesammtheit eine unmittelbar unter dem gekammerten Organ gelegene, dicht gedrängte Masse von Gefässen darstellen, die bei Antedon[1]) in fünf radiär gerichtete Gruppen, welche zusammen eine Sternfigur bilden, angeordnet sind. Die Gefässachse des Stengels des Rhizocrinus wird also mitsammt den davon ausgehenden Cirrhengefässen bei dem ausgebildeten Antedon durch die in dem Centrodorsale, unterhalb des gekammerten Organes gelegene Summe der Cirrhengefässursprünge vertreten. Aus dieser Auffassung folgt ohne weiteres die Gleichwerthigkeit der Cirrhen am Centrodorsale des Antedon mit denjenigen am Stengel der gestielten Crinoideen, welche auch

1) I. p. 68, 69.

durch die Uebereinstimmung im Baue beider Gebilde dargethan wird. Wollen wir die Beziehung des Centrodorsale der ungestielten Crinoideen zu dem Stengel der gestielten kurz ausdrücken, so können wir sagen, das Centrodorsale ist ein zusammengedrängter, oberer Stengelabschnitt [1]), in welchem das verkalkte Gewebe keine Sonderung in untereinandergelegene Glieder erfahren hat.

III. Allgemeine Bemerkungen.

Indem ich dazu übergehe, die mitgetheilten Beobachtungen über den Bau des Rhizocrinus lofotensis mit Hinsicht auf einige allgemeinere Puncte nochmals zu überblicken, möchte ich an erster Stelle die grosse Uebereinstimmung hervorheben, die sich in den anatomischen Verhältnissen dieses gestielten Crinoideen mit denjenigen der ungestielten Formen zu erkennen giebt. Alle wichtigen Organisationsverhältnisse, die wir bei Antedon und Actinometra kennen gelernt haben, sehen wir bei Rhizocrinus wiederkehren. Da ich auf diese Uebereinstimmung überall an den betreffenden Stellen des speciellen Theiles dieser Abhandlung hingewiesen habe, so brauche ich hier nur kurz daran zu erinnern, dass weder das Wassergefässsystem mit seinen Anhangsgebilden und den Kelchporen, noch das Nervensystem, dass weder der Darmcanal noch auch das dorsale Organ mit den damit in Zusammenhang stehenden Theilen (gekammertes Organ, Faserstränge und Gefässe), dass ferner weder die Geschlechtsorgane, noch auch die Leibeshöhle wesentliche Differenzen mit den ungestielten Crinoideen darboten. Im Allgemeinen trat uns überall die gleiche Organisation wie bei Antedon entgegen, nur in einer grösseren Einfachheit in den Einzelheiten. Von ganz besonderem Interesse ist es, dass sich in einigen Puncten mit Bestimmtheit nachweisen liess, dass die anatomischen Verhältnisse des Rhizocrinus von den höher entwickelten Antedonarten in ihrer Jugend durchlaufen werden und es nicht nur der Besitz eines Stengels ist durch welchen das pentacrinoide Jugendstadium des Antedon mit dem dauernd gestielten Rhizocrinus übereinstimmt. Dass auch hinsichtlich der Form der Skeletstücke des Stengels und ihrer Verbindung mit einander eine überraschende Aehnlichkeit zwischen Rhizocrinus und dem pentacrinoiden Stadium des Antedon (spec. des Antedon Sarsii) besteht, hat M. Sars ausführlich dargethan, auf dessen betreffende Erörterung ich verweise [2]). Wenn wir uns auf Grund der mitgetheilten Thatsachen eine Ansicht

1) Ich sage oberer Stengelabschnitt im Gegensatz zu dem unteren zur Ausbildung gelangten Stengelabschnitt, welcher den Stiel des Pentacrinus-Stadiums bildet.

2) Sars, l. c. p. 8 sqq.

von der Verwandtschaftsbeziehung zwischen den gestielten und ungestielten Crinoideen bilden wollen, so kann es nur die sein, dass die gestielten Formen die älteren, die ungestielten aber die jüngeren sind. Diese Ansicht ist keine neue, aber sie erhält durch die genauere Erforschung der Anatomie unserer Thiere neue und wesentliche Stützen. Auch kann ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass an der Hand der mitgetheilten Beobachtungen an Rhizocrinus, sowie der früher mitgetheilten an Antedon und Actinometra, sowie ferner der Untersuchungen von Carpenter, Sars und Thomson, die Crinoideen ein ausgezeichnetes Beispiel sind für den Parallelismus zwischen der Entwicklungsgeschichte der Individuen und der Entwicklungsgeschichte der Arten.

Erklärung der Abbildungen.

B, Basale,
Bi, Bindegewebszüge in der Leibeshöhle,
BF, verkalkte bindegewebige Füllungsmasse zwischen den Basalien,
CD, Dorsalcanal,
CV, Ventralcanal,
D, Darm (Munddarm),
D', Magendarm,
D'', Enddarm,
DO, dorsales Organ,
E, Epithel der Tentakelrinnen und des Mundeinganges,
F, Fasermasse um das gekammerte Organ (und dessen Fortsetzung in den Stengel),
F', radiärer Faserstrang,
F'', interradiärer Faserstrang,
G, Genitalstrang,
KW, Körperwand,
L, Leibeshöhle,
Lr, radiäre Leibeshöhle,
N, Nervenring,
Nr, radiärer Nerv,
O, Orale,
P, Kelchporus,
Pa, Papillen der Tentakel,

RI—*RIII*, erstes bis drittes Radiale,
Sp, Saumplättchen,
St, Steincanal,
St_1, erstes (oberstes) Stengelglied (= *CD*, Centrodorsale),
St_2, zweites Stengelglied,
T, Tentakel,
Ti, interradiärer Tentakel,
Tr, radiärer Tentakel,
W, Wassergefässring,
Wr, radiäres Wassergefäss.

Die Erklärung der übrigen Buchstaben findet sich bei den einzelnen Figuren.

Tafel V.

Fig. 1. Verticaler Längsschnitt durch die Scheibe; 110/1.

K, Kammern des gekammerten Organs, *A*, der Achsenstrang des gekammerten Organs, *Fo*, Fortsetzung des gekammerten Organs mit allen seinen Theilen in den Stengel.

Die punctirten Linien deuten die Grenzen der mit dem obersten Stengelgliede verschmolzenen ersten Radialien, Basalien und der centralen, verkalkten Ausfüllungsmasse an, vergl. Fig. 3 und 4.

Fig. 2. Ein Abschnitt des Peristoms von aussen (von der Ventralseite) gesehen; die einzelnen Theile der Figur bei verschiedener Einstellung des Mikroskops; 180/1.

M', Längsmuskelfasern in der Wand des Wassergefässringes, *M*, Längsmuskelband in der ventralen (oberen) Wand des radiären Wassergefässes, *a* und *b*, rechter und linker Rand der Tentakelrinne der Scheibe.

Die linke Seite der Figur bis 1 bei höchster Einstellung des Mikroskopes gezeichnet, von 1 bis 2 bei mittlerer, von 2 bis zum rechten Rande der Figur bei tiefer Einstellung.

Fig. 3—7. Ausgewählte Horizontalschnitte aus einer Schnittserie durch die Scheibe; die Schnitte folgen der Nummer nach von unten (dorsal) nach oben (ventral) und sind von der oberen (ventralen) Fläche gezeichnet; 45/1.

C, Commissuren zwischen den radiären Fasersträngen, *M*, Muskel zwischen *RI* und *RII*.

Fig. 8. Interradiärer Verticalschnitt durch das Peristom; 380/1.

DE, Darmepithel.

Fig. 9. Horizontalschnitt durch das gekammerte Organ; 180/1.

K, Kammern, *A*, Achsenstrang.

Fig. 10. Horizontalschnitt durch eines der obersten Stengelglieder; 180/1.

A, Achsenstrang, *K'*, Fortsetzung der Kammern, *Z*, Zwischenräume zwischen *K'*, *Stx*, Kalkmasse eines der oberen Stengelglieder.

Tafel VI.

Fig. 11. Querschnitt durch einen Arm nahe an der Basis desselben; 180/1.

Fig. 12. Querschnitt durch einen Arm ungefähr in der Mitte seiner Länge; der Schnitt geht durch die zwischen zwei Armgliedern gelegene Muskelgruppe; 180/1.

Fig. 14. Querschnitt durch einen Arm; der Schnitt geht mitten durch ein Armglied; 180/1.

Fig. 15. Querschnitt durch eine Pinnula; 180/1.

In Fig. 11, 12, 14, 15 bedeutet *K*, das Kalkglied, *M*, Muskel zwischen zwei Kalkgliedern, *X*, rundliche Körper in der dorsalen Wand des Wassergefässes.

Fig. 13. Aus einem Querschnitt durch einen Arm; die ventralen Theile bei stärkerer Vergrösserung; 380/1.

Cu, Cuticula des Epithels der Tentakelrinne, *M*, quergetroffenes Längsmuskelband in der ventralen Wand des Wassergefässes, *M'*, Muskelfäden, welche das Lumen des Wassergefässes durchziehen, *Y*, kugelige Körper.

Fig. 16. Aus einem verticalen seitlichen Längsschnitt durch einen Arm; 180/1. Bei *I* eine Tentakelgruppe aufgeschnitten, bei *II* eine ebensolche von aussen gesehen. *M*, Muskelband in der dorsalen Wand der seitlichen, zur Tentakelgruppe tretenden Ausbuchtung des Wassergefässes, *K*, die Kalkglieder des Armes.

Fig. 17. Fast genau medianer verticaler Längsschnitt durch einen Arm; 180/1. *K*, wie in Fig. 16, *X*, wie in Fig. 12, *a*, ventrale, *b*, dorsale Wand des Wassergefässes, *c*, Wand zwischen Ventral- und Dorsalcanal.

Fig. 18. Schema des Verlaufes der Faserstränge in den Kalkstücken des Kelches; Erklärung im Texte.

Ueber bewegliche Schalenplatten bei Echinoideen.

Mit Tafel VII.

Es ist allgemein die Ansicht verbreitet, und wir finden sie in allen Hand- und Lehrbüchern der Zoologie und vergleichenden Anatomie vorgetragen, dass für die Echinoideen die unbewegliche, feste Verbindung der Skeletplatten characteristisch sei. Nur einige wenige, gleich zu erörternde Fälle werden als Ausnahmen erwähnt. Im Folgenden soll nun gezeigt werden, dass bei einer ganzen Familie der Echinoideen sich zwischen bestimmten interambulacralen Platten ein Muskelapparat befindet, durch welchen dieselben gegeneinander, wenn auch nicht sehr ausgiebig, bewegt werden können. Bevor ich meine darauf bezüglichen Beobachtungen mittheile, möchte ich diejenigen vereinzelten Fälle aufführen, in welchen man von beweglichen Skelettafeln spricht, und daran einige kritische Bemerkungen knüpfen.

Es kommen hier in erster Linie fossile Formen in Betracht. Joh. Müller beschrieb im Jahre 1856[1]) einen merkwürdigen Echiniden aus dem Eifeler Kalke, den er Lepidocentrus eifelianus nannte. Zu dieser Gattung zählen ferner die beiden Arten Lepidocentrus rhenanus Beyrich und L. Mülleri Schultze[2]). Die Gattung selbst gehört wegen der in mehr als der Zweizahl vorhandenen interambulacralen

1) Joh. Müller, Ueber neue Echinodermen des Eifeler Kalkes. Abhandlg. der Berliner Akad. d. Wiss. 1856. p. 258. Ueber ein Echinoderm mit schuppenförmigen Tafeln und Echinidstacheln im Eifeler Kalk.

2) Vergl. Ludwig Schultze, Monographie der Echinodermen des Eifler Kalkes. Denkschriften d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-Natw. Cl. 1867. Bd. XXVI. 2. Abth. p. 113—230. p. 124 sqq. Taf. XIII.

Plattenreihen in die Ordnung der Perischoechinidae M'Coy und ist insbesondere characterisirt durch die dachziegelförmige Uebereinanderlagerung der interambulacralen Platten. Aus diesem Uebereinandergreifen der Ränder der Platten hat man auf eine Beweglichkeit der Platten selbst geschlossen. Auch bei anderen Vertretern der Perischoechiniden findet sich dieselbe schuppen- oder dachziegelförmige Uebereinanderlagerung und zwar nicht nur der interambulacralen, sondern auch häufig der ambulacralen Platten. So z. B. bei den Gattungen Pholidocidaris Meek & Worthen, Lepidesthes Meek & Worthen, Lepidechinus Hall, Lepidocidaris Meek & Worthen [1]).

Der Schluss, dass bei diesen fossilen Formen die Platten beweglich waren, wird gewöhnlich gerechtfertigt durch den Vergleich mit den Platten in dem Peristom der lebenden Cidariden, woselbst sie in ähnlicher Weise schuppenförmig übereinandergreifen und einen biegsamen Apparat darstellen. Noch mehr aber wurde die Verbindungsweise der Platten jener Perischoechiniden verständlich als durch GRUBE [2]), THOMSON [3]) und AGASSIZ [4]) lebende reguläre Echiniden bekannt wurden, welche dieselbe Bildung ihrer Platten und dadurch eine in allen Theilen biegsame Schale besitzen. Diese Formen bilden die Gattung Asthenosoma Grube, von welcher bis jetzt zwei Arten, A. hystrix A. Ag. und A. varium Grube, aufgefunden sind. Die Gattung gehört in die Familie der Diadematidae [5]) und besitzt als unterscheidendes Merkmal eine weiche biegsame Schale, deren Beweglichkeit dadurch zu Stande kommt, dass die Platten sowohl der Ambulacra als der Interambulacra zum Theil von weicher unverkalkter Haut ausgefüllte Zwischenräume zwischen sich lassen, zum anderen Theile aber sich dachziegelförmig übereinander lagern und dadurch einer

1) Ich citire nach der von LOVÉN gegebenen Zusammenstellung der Perischoechiniden. S. LOVÉN, Études sur les Échiniodées. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Band 11. No. 7. Stockholm 1874. p. 89 sqq. Ausser den Perischoechiniden findet sich die schuppenförmige Anordnung der Platten auch noch bei einer Form aus der Kreide: Echinothuria floris Woodward; The Geologist VI. London 1863. p. 327, pl. XVIII.

2) GRUBE, Jahresberichte der schlesischen Gesellsch. für vaterl. Cultur 1867. p. 42; mir nicht zugänglich.

3) Preliminary Report of the Scientific Exploration of the Deep Sea in H. M. S. Porcupine. Proceedings Roy. Soc. London. Vol. XVIII. 1869/70. p. 450.

4) A. AGASSIZ, Revision of the Echini. Illustr. Cat. Mus. Comp. Zool. Cambridge. No. VII. 1872—1874. p. 272 sqq., p. 422 sq. Pl. II^c, Fig. 1—5; Pl. XXIV, Fig. 11; Pl. XXXVIII, Fig. 7—9.

5) A. AGASSIG folgt neuerdings dem Vorschlage W. THOMSON's, indem er für Asthenosoma und die fossile Gattung Echinothuria Woodward eine eigene Familie der Echinothuridae bildet. Illust. Cat. Mus. Comp. Zool. Cambridge. No. VIII. Results of the Hassler Expedit. I. 1874. p. 3 sqq. Pl. II, Fig. 1, 2.

gegenseitigen Verschiebung fähig sind. Endlich hat neuerdings Lovén[1]) gezeigt, dass schuppenähnliches Uebereinandergreifen der Plattenränder auch bei bestimmten interambulacralen Platten (wenn auch nur an einem sehr beschränkten Theile des Plattenrandes) bei lebenden Spatangiden vorkommt. Er beschreibt dies Verhalten von einzelnen Platten der paarigen Interambulacra bei Spatangus, Brissopsis und Echinocardium[2]).

Die hier von fossilen und lebenden Formen aufgeführten Fälle sind alle, bei welchen, so weit meine Kenntniss reicht, ein dachziegelförmiges Uebereinandergreifen der Platten beschrieben worden ist. Wenn man nun aber aus dieser Anordnung der Platten den Schluss zieht, dass sie beweglich seien, so vermag ich dieser Schlussfolgerung nicht ohne Weiteres beizustimmen. Wir müssen hier wohl unterscheiden zwischen einer Bewegung der Platten, welche dadurch zu Stande kommt, dass die Haut, in welche sie eingelagert sind, einem Drucke von innen oder aussen nachgiebt, und zweitens einer Bewegung, die durch Muskeln hervorgerufen wird, welche von einer Platte zur andern gehen und dieselben einander zu nähern oder von einander zu entfernen vermögen. Im ersteren Falle folgen die Platten der passiven Bewegung, welche die Haut, in die sie eingebettet sind, erfährt, im zweiten Falle aber findet eine Veränderung ihrer Lage zu einander durch die active Contraction oder Erschlaffung eines zwischen ihnen angebrachten Muskelapparates statt. Nur in dem letzteren Falle ist es angebracht, von beweglichen Platten zu sprechen, während wir in dem ersteren Falle es doch nur mit einer theils durch eine unvollständige Ausbildung der Platten, theils durch die Art der Verbindung derselben ermöglichten Biegsamkeit des Perisoms zu thun haben. Wir unterscheiden dann also zwischen Beweglichkeit und Biegsamkeit und verlangen für bewegliche Skelettheile den Nachweis eines Muskelapparates.

In allen oben angeführten Fällen ist nun nirgends bis jetzt die Existenz besonderer Muskeln zwischen den Platten nachgewiesen worden. Die fossilen Formen kommen hier selbstverständlich nicht unmittelbar in Betracht; wenn sich aber herausstellt, dass in jenen Fällen, in welchen bei lebenden Arten die Platten in ähnlicher Weise gelagert sind wie bei den fossilen, keine Muskeln zwischen ihnen sich finden, so sind wir berechtigt anzunehmen, dass auch bei ihnen keine eigentliche Beweglichkeit der Platten, sondern nur eine Biegsamkeit der ganzen Schale vorhanden war.

Da ich keine Gelegenheit habe, Exemplare der Gattung Asthenosoma

1) l. c. 64.
2) Lovén, l. c. Pl. 36, Pl. 37, Pl. 39.

zu untersuchen, so beschränken sich meine Beobachtungen auf die beiden anderen Fälle, in welchen wir schuppenförmiges Uebereinandergreifen der Platten kennen. Es sind das erstens die Platten in dem Peristom der Cidariden und zweitens eine bestimmte Anzahl Platten in den paarigen Interambulacren der Spatangiden. In beiden Fällen konnte ich keine Muskeln zwischen den einzelnen Platten auffinden. Unter der Voraussetzung, dass sich in dieser Hinsicht, bei der grossen Uebereinstimmung in der Form und Lagerung der Platten, Asthenosoma nicht anders verhält[1]) als das Peristom der Cidariden, bin ich demnach der Ansicht, dass man bei allen jenen lebenden und fossilen Echinoideen, bei welchen man in dem ganzen Perisom oder auch nur einem Theile desselben schuppenförmige Uebereinanderlagerung der Platten beobachtet hat, mit vollem Rechte von einer Biegsamkeit des Perisoms spricht, es aber vermeiden sollte, von beweglichen Platten zu reden.

Kommt nun eine eigentliche Beweglichkeit der Platten, welche vermittelt wird durch einen von einer Platte zur anderen gehenden Muskelapparat überhaupt bei Echinoideen vor? Oder ist der Mangel derselben, da sich die oben angeführten Ausnahmen als nur scheinbare erwiesen haben, für die Echinoideen im Gegensatz zu den Asteroideen und Crinoideen ein durchgreifendes Merkmal?

Bei dem augenblicklichen Stande unserer Kenntnisse müssen wir jene Frage verneinen, diese aber bejahen; denn wir haben bis jetzt in keinem Falle durch Muskeln bewegliche Schalenplatten bei Echinoideen kennen gelernt. Im Folgenden soll aber nunmehr gezeigt werden, dass sich in Wirklichkeit bewegliche Schalenplatten bei einer ganzen Familie der Echinoideen finden, jene Fragen also umgekehrt zu beantworten sind.

Zuerst entdeckt wurde der zu schildernde Muskelapparat bei wohlerhaltenen Exemplaren des Schizaster canaliferus Lam. von Triest, welche ich auf ganz andere Fragen hin untersuchte, worüber ich bei einer späteren Gelegenheit berichten werde. Ich fand dort, nachdem ich das Thier von der Bauchseite geöffnet und die in dem hinteren, unpaaren Interradius gelegenen Weichtheile entfernt hatte, dass daselbst diejenigen Platten, welche unmittelbar über dem Periproct gelegen sind, da wo sie in der Medianlinie des Interradius von rechts und links her zusammenstossen, auf ihrer nach dem Körperinnern schauenden Seite einen Muskelapparat besitzen (Fig. 3). Des Näheren verhält sich der–

1) In den vorliegenden Beschreibungen des Asthenosoma werden nirgends Muskeln zwischen den Platten erwähnt. ll. cc.

selbe bei der genannten Art folgendermassen: Er erstreckt sich von dem oberen Rande des Periproctes der Mittellinie des Interradius folgend gegen den Apex hin, erreicht den letzteren jedoch nicht, sondern endigt fast in derselben Entfernung von ihm, in welcher die beiden benachbarten, hinteren Ambulacra die petaloide Gestalt annehmen. Denjenigen Bezirk des hinteren unpaaren Interradius, welcher zwischen Apex und Periproct gelegen ist, wollen wir den ano-apicalen nennen. In diesem ano-apicalen Abschnitt sind es nun die drei zumeist analwärts gelegenen Plattenpaare, die durch den Besitz des Muskelapparates ausgezeichnet sind. Wie die Abbildung zeigt, stellt sich der Muskelapparat in Gestalt eines Streifens dar, durch welchen die Verbindungslinie der beiden interradialen Plattenreihen eine Strecke weit verdeckt wird. Der Muskelstreifen hat eine durchschnittliche Breite von 1 Mm. und verschmälert sich von seiner unmittelbar über dem Periproct gelegenen breitesten Stelle an nur unbedeutend gegen den Apex hin, um endlich über der Verbindungslinie des dritten superanalen Plattenpaares zu verschwinden. Die Messungen, welche an einem 42 Mm. langen Individuum angestellt wurden, ergaben für die Länge des ano-apicalen Abschnittes des hinteren Interradius 19 Mm., für die Länge des Muskelstreifens 12 Mm.

Schon bei schwacher Loupenvergrösserung ist es leicht, den Verlauf der den Muskelstreifen zusammensetzenden Muskelfasern zu erkennen. Dieselben sind quer zur Verbindungslinie der beiden interradialen Plattenreihen gerichtet, unter einander aber parallel (vergl. die Abbildungen). Jede Muskelfaser entspringt (Fig. 5) in einiger (0,5 Mm.) Entfernung von dem medianen Rande einer Platte und setzt sich, die mediane Verbindungslinie der Platten überbrückend, an die gegenüberliegende Platte in derselben Entfernung von deren medianem Rande fest. Die genauere histiologische Untersuchung lässt keinen Zweifel darüber, dass wir es hier wirklich mit Muskeln zu thun haben, die den an anderen Orten vorkommenden Muskeln, z. B. den Muskeln, welche die Stachel bewegen, durchaus gleichen.

Dem Verlauf der medianen Verbindungslinie der Interradialplatten entsprechend zeigt auch der Muskelstreifen einige sehr unbedeutende Biegungen nach rechts und links. Nach innen, in den Hohlraum des Körpers, springt der Muskelstreifen nicht leistenförmig vor, sondern er liegt in einer Rinne derjenigen Platten, an die er sich ansetzt. An der Bildung dieser Rinne betheiligen sich die betreffenden Platten in gleicher Weise. Fig. 5 stellt einen Querschnitt durch die beiden zunächst über dem Periproct gelegenen Platten und den Muskelstreifen dar und demonstrirt die soeben besprochenen Lageverhältnisse. Beachtenswerth ist auch, dass die

beiden Platten an ihrer medianen Verbindung nicht schuppenförmig übereinandergreifen, sondern mit geraden Flächen zusammenstossen.

Nachdem der beschriebene Muskelapparat bei Schizaster canaliferus einmal entdeckt war, fragte es sich, ob sein Vorkommen auf diese Form beschränkt sei oder nicht? Soweit die Vorräthe unserer Sammlung, die mir auch diesmal wieder durch die Güte des Herrn Prof. Ehlers zur Verfügung standen, es gestatteten, suchte ich diese Frage zu beantworten und gelangte dabei zu dem Resultate, dass derselbe Muskelapparat bald mehr, bald weniger entwickelt, wahrscheinlich allen Spatangiden zukommt; wenigstens vermisste ich ihn bei keiner der von mir untersuchten Spatangidenart.

Bei Echinocardium cordatum Gray (Nordsee) ist der Muskelstreifen nicht über sechs, sondern nur über vier Platten ausgedehnt (Fig. 4). Bei einem 35 Mm. langen Exemplare maass die Länge des ano-apicalen Abschnittes des hinteren Interradius 13 Mm., die Länge des Muskelstreifens 4 Mm. Die Verkürzung des Muskelstreifens bei Echinocardium cordatum im Vergleich zu demjenigen des Schizaster canaliferus findet an seinem apicalen Ende statt, mit seinem analen Ende hingegen erreicht derselbe auch hier, ganz ebenso wie bei Schizaster, den oberen Rand des Periproctes.

Maretia planulata Gray (Chinasee) besitzt den Muskelstreifen gleichfalls. Auch hier beginnt er am oberen Rande des Periproctes und erstreckt sich von dort aus, allmälig schwächer werdend, über die mediane Verbindungslinie der vier apicalwärts zunächst folgenden Platten (Fig. 2). Das untersuchte Exemplar ist 52 Mm. lang, die Entfernung des Apex vom oberen Rande des Periproctes beträgt 34 Mm., die Länge des Muskelstreifens 6 Mm.

Auch dem schon so häufig untersuchten Spatangus purpureus Leske (Nordsee) mangelt der Muskelstreifen nicht. Merkwürdigerweise ist er aber auch hier bis jetzt stets übersehen worden. Auch hier wiederum am oberen Rande des Periproctes beginnend, erstreckt er sich über die mediane Verbindungslinie der nächsten sechs Platten (Fig. 1). Länge des untersuchten Exemplares 68 Mm.; Länge des ano-apicalen Abschnittes des hinteren Interradius 45 Mm.; Länge des Muskelstreifens 15 Mm.[1]).

1) Da Maretia wohl nicht mit Unrecht von Agassiz (Revision of the Echini) nur als ein Subgenus von Spatangus angesehen wird, bei Maretia planulata aber nur vier Platten, bei Spatangus purpureus hingegen deren sechs durch den Muskelstreifen mit einander verbunden sind, so glaube ich vermuthen zu dürfen, dass die Ausdehnung des Muskelstreifens überhaupt innerhalb der Gattung keine constante ist. Um über diese Vermuthung hinauszukommen, ist die Untersuchung eines ausgedehnteren Materials, als es mir zu Gebote steht, unerlässlich.

Ausser den genannten vier Arten, konnte ich das Vorhandensein des Muskelstreifens ferner constatiren bei Meoma grandis Gray (= Kleinia nigra A. Ag.), Brissus carinatus Gray und Metalia sternalis Gray (= Xanthobrissus Garettii A. Ag.). Bei letzterer Art war eine genaue Beobachtung der Ausdehnung des Muskelstreifens nicht möglich wegen des zu schlechten Erhaltungszustandes des mir vorliegenden Exemplares; die beiden erstgenannten Arten aber liessen aus Rücksicht auf das Interesse der Sammlung nur eine sehr beschränkte Untersuchung zu, doch konnte festgestellt werden, dass auch bei ihnen der Muskelstreifen unmittelbar über dem Periproct seinen Anfang nimmt.

Im Ganzen konnte ich also bei sieben Arten, welche eben so viele Gattungen aus der Familie der Spatangidae repräsentiren, einen Muskelapparat zwischen den beiden Plattenreihen des hinteren unpaaren Interradius nachweisen. Stets beginnt der streifenförmige Muskelapparat dicht über dem oberen Rande des Periproctes und erstreckt sich von da je nach der Art verschieden weit gegen den Apex, den er jedoch in den beobachteten Fällen niemals erreicht.

Die untersuchten Arten vertheilen sich in der Familie der Spatangiden, wenn wir uns an die Eintheilung von A. Agassiz in seiner Revision of the Echini halten, in der Weise, dass in die Subfamilie Ananchytidae keine, in die Subfam. Spatangina drei (durch welche die Hälfte der hierhin gehörigen Gattungen repräsentirt werden), in die Subfam. Leskiadae (einzige Gattung und Art Palaeostoma = Leskia mirabilis Lovén) keine, in die Subfam. Brissina vier (durch welche ein Drittel der hierhin gehörigen Gattungen vertreten werden) gehören. Nach den nachher zu erwähnenden paläontologischen Befunden ist es mir zweifellos, dass man auch bei den Ananchytidae den Muskelapparat finden wird. Wenn wir also einstweilen von der noch nicht hinreichend bekannten Leskia mirabilis absehen, so können wir den Muskelapparat als eine allen Spatangiden zukommende Einrichtung bezeichnen. Bei den übrigen Echinoideen habe ich den Muskelapparat bis jetzt nirgendwo auffinden können, selbst aus der den Spatangiden nächststehenden Familie der Cassidulidae untersuchte ich ein Exemplar von Rhynchopygus pacificus A. Ag. vergebens darauf. In Folge dessen ist es mir höchst wahrscheinlich, dass das Vorkommen des Muskelapparates auf die Spatangidae beschränkt ist.

Es ist leicht begreiflich, dass wenn der Muskelapparat überhaupt functioniren soll, die ligamentöse Verbindung der betreffenden Platten eine weniger feste sein muss, als dies bei den übrigen Schalenplatten

meistens der Fall ist [1]. Ueberdies liegt der Muskelstreifen in einer Rinne der Platten, letztere sind also über dem Muskelstreifen dünner als sonst (Fig. 5). Daraus folgt, dass an todten Thieren, an welchen der Muskelstreifen ausmacerirt ist, die Schale der Lage jenes Streifens entsprechend eine grössere Zerbrechlichkeit zeigen muss. Mit dieser Forderung steht ein Verhalten im Einklange, welches sich sehr häufig bei fossilen Spatangiden findet, jedem Paläontologen wohl bekannt ist, bis jetzt aber keine Erklärung gefunden hat. Man trifft nämlich bei fossilen Spatangiden sehr oft, bei sonst bestem Erhaltungszustande, die Schale oberhalb des Periproctes in der Mittellinie des anoapicalen Abschnittes des unpaaren Interradius aufgebrochen, oder wenigstens die Platten von rechts und links um ein Geringes übereinander verschoben.

In der hiesigen paläontologischen Sammlung, deren Durchsicht mir die Freundlichkeit des Directors derselben, Herrn Prof. K. v. Seebach, gestattete, fand ich neben andern besonders folgende Exemplare, welche das erwähnte Verhältniss deutlich zeigen: Hemiaster bufo Cuv.; alle Platten in fester Verbindung erhalten, nur oberhalb des Periproctes ist die Schale bis gegen das Ende der benachbarten Ambulacra petaloidea aufgebrochen. Periaster Fourneili Desh; die Schale klafft über dem Periproct weit auseinander. Der Spalt nimmt aber gegen den Apex hin an Weite ab um endlich sich ganz zu schliessen. Aehnlich verhalten sich Exemplare von Cardiaster ananchytis D' Orb., Micraster breviporus und cor anguineum Ag., Holaster marginalis Ag., Hemipneustes radiatus Ag. Alle bis jetzt genannten Arten gehören der Kreideformation an. Aus dem Tertiär zeigten mehrere Schizaster und Spatangus das gleiche Verhalten.

Auch bei Ananchytes ovata Lmk (Kreide) fand ich den hinteren Interradius über dem Periproct aufgebrochen, während die Schale in allen übrigen Theilen wohl erhalten war. Auf diese Beobachtung gründet sich meine oben ausgesprochene Ansicht, dass man auch bei lebenden Ananchytiden den Muskelapparat finden werde.

Welche Function hat der Muskelapparat, den wir jetzt in weiter Verbreitung bei lebenden und fossilen Spatangiden kennen gelernt

1) Bei allen Echinoideen, bei welchen die Platten nicht vollständig miteinander verwachsen sind, sondern mit deutlich erkennbaren Rändern aneinanderstossen, werden sie durch, wenn auch sehr kurze, Ligamente verbunden, welche aus demselben Gewebe bestehen, das wir in reicherer Entwicklung zwischen den Stengel- und Cirrhengliedern der Crinoideen finden, woselbst Joh. Müller es als elastische Interarticularsubstanz (Ueber den Bau des Pentacrinus cap. Med. Abh. Berl. Ak 1841. p. 194) ausführlich beschrieben hat. Auch bei den Asteroideen und Holothurioideen kommt dasselbe Gewebe vor.

haben? Wenn sich die Muskelfasern contrahiren, so werden dadurch die beiden interradialen Plattenreihen nach dem Körperinnern hin sich einander nähern. Ermöglicht ist diese Bewegung durch die elastischen Fasern, welche die aneinanderstossenden Ränder der Platten mit einander verbinden. Diese Faserligamente wirken gleichzeitig als Antagonisten des Muskelstreifens. Sehr ausgiebig kann indessen, wie aus der ganzen Anordnung der in Betracht kommenden Theile hervorgeht, die Bewegung der Platten wohl nicht sein. Was für ein Zweck durch die ganze Einrichtung erreicht wird, weiss ich nicht.

Morphologisch ist der beschriebene Muskelapparat der Spatangiden nicht ohne Interesse, denn er zeigt erstens, dass fernerhin für die Echinoideen der Mangel von Muskelverbindungen zwischen den Kalktafeln des Perisoms nicht mehr als charakteristisches Merkmal angegeben werden kann; zweitens aber wird durch ihn bewiesen, dass auch bei den Echinoideen eine Ringmuskulatur des Körpers, die wir in reichster Entwicklung bei den Holothurien wiederfinden, zur Ausbildung gelangt ist, wenn auch nur in sehr beschränkter Ausdehnung.

Göttingen, 26. Febr. 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

In Fig. 1—4 bedeutet *A* den Apex, *P* das Periproct und *M* den Muskelstreifen.

Fig. 1. Von Spatangus purpureus. Ansicht des ano-apicalen Abschnittes des hinteren Interradius, von innen gesehen, rechts und links von dem Interradius je eine Hälfte des anstossenden Radius; am Apex die vier Genitalporen und der im hinteren Interradius gelegene Stützapparat angedeutet; angedeutet sind im Periproct die beiden obersten Platten desselben. Natürl. Grösse.

Fig. 2. Dieselbe Ansicht von Maretia planulata. Der apicale Apparat ist in dieser und den beiden folgenden Abbildungen nicht eingetragen. Die Platten des Periproctes sind angedeutet; in beiden anstossenden Radien sind beide Plattenreihen gezeichnet. Natürl. Grösse.

Fig. 3. Von Schizaster canaliferus in doppelter Grösse.

Fig. 4. Von Echinocardium cordatum in doppelter Grösse.

Fig. 5. Querschnitt durch den hinteren Interradius von Schizaster canaliferus durch das erste superanale Plattenpaar. 25/1.

S, *S*, das Schalenplattenpaar, das bei *a* mit geraden Rändern zusammenstösst und dort durch elastische Fasern mit einander verbunden ist; *M*, der quer zu seiner Längsrichtung, aber parallel zu dem Verlauf seiner Fasern getroffene Muskelstreifen.

Ueber Rhopalodina lageniformis Gray und die darauf gegründete Classe Diplostomidea Semper.

Mit Tafel XIII.

Seitdem die Rhopalodina lageniformis von J. E. Gray[1]) nach dem im Besitze des Britischen Museums befindlichen Exemplare oberflächlich beschrieben worden war, ist sie nur noch ein einziges Mal Gegenstand der Untersuchung gewesen. Semper[2]) hat nämlich in seinem Holothurienwerke eine genaue Schilderung des äusseren und inneren Baues dieses räthselhaften Echinoderms gegeben und auf Grund seiner Beobachtungen sich veranlasst gesehen, die Rhopalodina allen anderen Echinodermen gegenüber zu stellen und für sie eine besondere neue Classe der Diplostomidea (5. Classe des Kreises der Echinodermata) zu bilden. Die Ergebnisse, zu welchen Semper hinsichtlich des Baues des uns hier beschäftigenden Thieres gelangte, sind in Kürze die Folgenden[3]):

»Mund, After und wahrscheinlich auch die einfache Geschlechtsöffnung im Centrum des einen Poles der radiären Anordnung; von den bis zum anderen entgegengesetzten Pole laufenden Radialgefässen gehört die eine Hälfte dem Schlund, die andere dem Enddarm an; Bivium und Trivium fehlen, und die Radien stellen sich symmetrisch zu einer

1) J. E. Gray, Description of Rhopalodina, a new form of Echinodermata. Ann. and Mag. Nat. Hist. 2. Ser. Vol. XI. 1853. p. 301—302.

2) C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. II. 1. Holothurien. Leipzig 1868. p. 159, 193, 252—258. Taf. 40. Fig. 12—26.

3) l. c. p. 257—258.

durch Mund und After bestimmten Ebene.« (Dies sind die Merkmale der neuen Classe.)

»Körper kugelig mit langem den Schlund und Enddarm aufnehmenden Stiel. Mund und After an der Spitze des Stieles; an ersterem 10 (?) gefiederte Tentakel, an diesem 10 radiale Papillen und 5 interradiale Spitzen. 10 an zwei verschiedenen, dem Darm und Schlund angehörenden Kalkringen beginnende Radien, welche erst in der zweiten Hemisphäre des kugeligen Hinterkörpers Ambulacra entwickeln; in jedem der letzteren eine doppelte Reihe kleiner Füsschen. Am Anfang des Enddarms 4 Lungen. Darmwindungen bilden eine Spirale und eine doppelte Schlinge. Der Kalkring des Schlundes besteht aus 10 unregelmässigen, der des Darmes aus 10 sehr regelmässig gebildeten Stücken. Ein einfacher Geschlechtsgang zwischen Darm und Schlund; die Geschlechtstheilbasis am Anfang des Stieles mit sehr zahlreichen kleinen Follikeln. Blutgefässsystem? Am Wassergefässring des Schlundes 2 Poli'sche Blasen. Steincanal?« (Dies die Diagnose der Gattung und Art.)

Sehen wir für einen Augenblick ab von dem Verhalten der Radien, so finden wir in allen übrigen Theilen der Rhopalodina Verhältnisse, die sich unmittelbar an die der Holothurien anreihen lassen. Semper hat dies bereits ausführlich dargelegt und gezeigt, dass weder hinsichtlich der Körperwand, noch der inneren Organe: Verdauungscanal, Wasserlungen, Geschlechtsorgane, Rhopalodina sich wesentlich vom Baue einer Holothurie entfernt. Indem ich bezüglich dessen auf die Ausführungen des genannten Forschers verweise, möchte ich in dieser Abhandlung nur den einen, aber wichtigsten Punct in der Organisation der Rhopalodina ins Auge fassen, der den Anlass gegeben hat für dieses Thier eine besondere Classe aufzustellen. Es ist dies die eigenthümliche Anordnung des Wassergefässsystemes.

Nach Semper sind zehn Radialgefässe vorhanden, von denen fünf aus einem den Munddarm umkreisenden Ringgefässe entspringen, die fünf anderen aber in der Umgebung des Afters ihre Entstehung nehmen. Nachdem diese zehn Radialgefässe den stielförmigen Theil des Körpers durchlaufen, gelangen sie auf den kugeligen Hapttheil des Thieres, woselbst sie sich in ziemlich gleichen Abständen meridianartig anordnen und schliesslich am unteren Pole des Thieres (wenn wir dasselbe mit dem Stiele nach oben gerichtet denken [1]) aufeinander treffen. Hier, in dem unteren Körperpole, sollen alle zehn Radialgefässe endigen ohne mit einander in irgend welche Verbindung zu treten. Vergleicht man nun-

1) Wie das Thier im Leben orientirt ist, wissen wir bis jetzt nicht.

mehr den unteren Pol der Rhopalodina mit dem aboralen (analen) Pole der Holothurien oder dem aboralen Pole eines Echinoideen, das obere Ende des Stieles aber, wo sich Mund und After nebeneinander finden mit dem oralen Pole einer Holothurie oder eines Echinus, so haben wir ein Echinoderm vor uns, welches erstlich zehn Radien besitzt und bei welchem zweitens Analöffnung und Mundöffnung in einem und demselben Pole der radiären Anordnung gelegen sind. Bei keinem einzigen anderen Echinoderm kommt ein solches Verhalten vor und so scheint SEMPER völlig im Recht zu sein, wenn er daraufhin für Rhopalodina die Classe der Diplostomidea gründet.

Je länger ich mich aber mit der Morphologie der Echinodermen beschäftigte, desto lebhafter wurden meine Bedenken gegen die Diplostomidea. Ich las die SEMPER'sche Schilderung des wunderbaren Thieres wiederholt; aber meine Zweifel wurden dadurch nicht beseitigt, sondern bestärkt. Während SEMPER die übrige Organisation in allen wesentlichen Puncten genau schildert, vermisste ich eine sichere Klarstellung gerade desjenigen Punctes, auf den es hier vor allen Dingen ankommt. Fallen die Pole der Radien wirklich zusammen mit den Polen der flaschenförmigen Gestalt des Körpers? Wird diese Frage bejaht, so giebt es in der That Diplostomideen, d. h. Echinodermen, bei welchen die beiden Hauptöffnungen des Körpers, Mund und After, in demselben Pole der radiären Anordnung liegen und die sich dadurch, bei aller sonstigen Uebereinstimmung mit den Holothurien, so sehr von jeglichen anderen bekannten Echinodermen entfernen, dass man, einstweilen wenigstens, nicht im Stande ist sie auf jene zurückzuführen. Wird aber jene Frage verneint, stellt es sich also heraus, dass der untere Pol des kugeligen Körpertheiles sowie das obere Ende des Stieles nicht zugleich die Pole der Radien darstellen, so bleibt die Möglichkeit offen, die Rhopalodina auf das Schema einer Holothurie auch in Anbetracht ihrer Radien zurückzuführen, womit dann von selbst die Aufstellung der Classe Diplostomidea hinfällig würde.

Dass man das Verhalten der Radialgefässe am oberen Ende des Stieles (oberen Körperpol) nicht vergleichen kann mit dem Verhalten, welches die Radialgefässe anderer Echinodermen an ihrem oralen Pole zeigen, geht aus SEMPER's eigenen Beobachtungen hervor. Sollte der obere Körperpol, der Mund und After umschliesst, wirklich homolog sein dem oralen Pole der Radien anderer Echinodermen, so müssten sämmtliche zehn Radialgefässe sich dort zu einem diesen Pol umkreisenden Ringcanal vereinigen. Dies thun sie aber, wie SEMPER selbst gezeigt hat, nicht, sondern nur deren fünf münden in einen Ringcanal, der nicht Mund und After, sondern den Mund allein umgiebt; die fünf an-

deren aber ordnen sich ohne eine Verbindung mit jenen oder untereinander einzugehen um den Enddarm.

Wie aber verhalten sich die zehn Radialgefässe an dem unteren Körperpole? Endigen sie hier wirklich alle zehn ohne miteinander in Verbindung zu treten, wie SEMPER angiebt, oder vereinigen sie sich miteinander und in welcher Weise? Gerade diese Frage, in der sich alle meine Bedenken gegen die Diplostomidea sammelten, fand ich in SEMPER's Schilderung nicht scharf erörtert. Immer mehr wurde ich zu der Ansicht gedrängt, dass das Räthsel der Rhopalodina zu lösen sei durch die nähere Untersuchung des Verhaltens der Radialgefässe an dem unteren Körperpole und ich legte, geleitet von vergleichend anatomischen Anschauungen, die Lösung, wie ich sie vermuthete, in eine schematische Figur nieder, welche ich bereits Ende des vergangenen Jahres Herrn Prof. EHLERS demonstrirte. Ob aber meine Vermuthung, soviel Wahrscheinlichkeit sie auch für mich selbst hatte, durch die Thatsachen bewahrheitet werde, das konnte nur die Beobachtung zeigen. Herr Prof. SEMPER hatte nun vor wenigen Tagen die mich sehr zu Dank verpflichtende Freundlichkeit mir das von ihm selbst zergliederte Exemplar auf meine Bitte hin zur Untersuchung des fraglichen Punctes zu übersenden. Glücklicherweise war gerade diejenige Körperstelle, auf welche es ankam, also der untere Pol, noch unversehrt und mit Spannung machte ich mich an die Untersuchung.

Als Resultat ergab sich die Erkenntniss, dass die zehn Radialgefässe am unteren Körperpole nicht, wie SEMPER meinte, endigen, sondern paarweise ineinander übergehen. Jedes der fünf Radialgefässe, die vom Munde kommen, setzt sich fort in eines der fünf Radialgefässe, welche vom Enddarme herkommen. Rhopalodina hat also nicht zehn Radien, sondern nur fünf, die indessen durch ihren eigenthümlichen Verlauf den Anschein erwecken, als seien es zehn. Meine Vermuthung bewahrheitete sich so vollständig, dass ich jetzt, nachdem ich das Thier untersucht, die Skizze, die ich vor Monaten angefertigt, durchaus unverändert veröffentlichen kann (Fig. 5).

An dem ausgeschnittenen und ausgebreiteten Hautstücke, welches den unteren Körperpol umschliesst, lässt sich sowohl an der Anordnung der Füsschen und ihrer Ampullen als auch an den den Radialgefässen entsprechenden Längsmuskelstreifen erkennen, dass die Radialgefässe nicht im unteren Körperpole endigen, sondern in der Weise paarweise ineinander übergehen wie es in Fig. 5 schematisch dargestellt ist. Ganz besonders deutlich lässt sich dies an dem in Fig. 5 mit *I* bezeichneten Radius erkennen, der in gerader Linie durch den unteren Körperpol hindurchgeht. Etwas mehr Mühe macht es sich davon zu überzeugen,

dass auch die Radien *II* und *IV*, *III* und *V* in der in der Figur angegebenen Weise an den unteren Körperpol herantreten, nicht um dort zu endigen, sondern nur um dort umzubiegen.

Semper hat gezeigt, dass an dem Stiele die Radien sich so ordnen, dass sich fünf um den Munddarm, die fünf anderen um den Enddarm gruppiren. Eine der betreffenden Abbildungen Semper's habe ich in Fig. 1 copirt. Die Radien sind mit römischen Ziffern bezeichnet. Die beiden Radien *I*, liegen einander so gegenüber, dass eine sie verbindende Linie mitten durch Munddarm, Genitalgang und Enddarm geht und den Querschnitt halbirt. Die übrigen Radien ordnen sich links (*II*, *IV*, *IV*, *II*) und rechts (*III*, *V*, *V*, *III*) von der Halbirungslinie in symmetrischer Weise an. Denkt man sich durch die Halbirungslinie des Stielquerschnittes eine senkrecht auf die Ebene des Querschnittes gestellte Ebene, so wird durch diese Ebene der ganze Stiel in zwei symmetrische Hälften zerlegt. Gehen wir nun vom Stiele auf den kugeligen Theil des Körpers über, so erhebt sich die Frage; welche von den anscheinend zehn Radien sind die Fortsetzungen der Radien *I*, durch welche die Symmetrieebene des Stieles geht? Das untersuchte Exemplar liess auch diesen Punct mit aller Sicherheit feststellen. Die Radien *I* des Stieles sind dieselben, welche sich am unteren Körperpole geradlinig in einander fortsetzen (Fig. 5 *I*, *I*). Auch am unteren Körperpole wird durch die Radien *I* eine Symmetrieebene der radiären Anordnung bestimmt. Wie sich die Radien *II*, *IV*, *III*, *V* des Stieles an dem unteren Körperpole verhalten, wird besser als durch lange Worte aus einer Betrachtung der Fig. 4 und 5 ersichtlich.

In Fig. 4 ist das Thier so gestellt, dass die links von der durch den Radius *I* (vergl. Fig. 1) bestimmten Symmetrieebene gelegene Körperhälfte dem Beschauer zugekehrt erscheint. Der Rand der Figur wird also mit Ausnahme des oberen Stielendes von dem Radius *I* eingenommen. Von den übrigen vier Radien erblickt man die beiden linken *II* und *IV*. Die beiden rechten *III* und *V* liegen auf der abgewandten Seite, sind also nicht sichtbar. In Fig. 5 sieht man von aussen auf den unteren Körperpol, links vom Beobachter liegen die beiden linken Radien, rechts die beiden rechten. Aus dem durch diese beiden Figuren erläuterten Verlaufe der Radialgefässe wird nun auch ohne Weiteres verständlich, in welcher Weise die anscheinend zehn Radien, die man auf dem Querschnitt des Stieles antrifft, paarweise zusammengehören. Die fünf Radialgefässe um den Enddarm sind dieselben, welche den Munddarm umgeben.

Die Figuren 2 und 3 zeigen, wie sich jetzt, nachdem sich ergeben, dass Rhopalodina nicht zehn, sondern nur fünf Radialgefässe hat, dass

ferner ihr unterer Körperpol nicht zugleich der eine (aborale) Pol der radiären Anordnung ist, diese merkwürdige Thierform auf das Schema einer Holothurie zurückführen lässt. Wer sich mit Holothurien beschäftigt, weiss, dass bei manchen Cucumarienformen alle Exemplare, die man zur Hand bekommt, eine mehr oder minder beträchtliche Vorwölbung der Bauchseite (oder besser des Triviums, da bei Cucumarien Bauchseite und Rückenseite nicht sonderlich verschieden sind) besitzen[1]. An derartige Formen knüpfe ich hier an und gebe von einer solchen in Fig. 2 eine schematische Darstellung der Körperform und des Verlaufs der Radien[2]. Von der typischen Holothurie unterscheidet sich diese Form nur durch eine Verkürzung des mittleren dorsalen Interradius 5. Die Längsachse des Thieres, um welche sich die Radien ordnen, verläuft in Folge dessen nicht mehr ganz geradlinig vom oralen zum aboralen (analen) Pole, sondern beschreibt einen Bogen. In der Mittellinie des dorsalen Interradius, nahe dem oralen Pole, liegt die Genitalöffnung.

Denkt man sich die Verkürzung des mittleren dorsalen Interradius noch stärker werdend, so erhält man eine Form, wie sie in Fig. 3 schematisch dargestellt ist, indessen durch keine bis jetzt bekannte Form wirklich repräsentirt wird. Die Längsachse des Thieres hat in diesem Falle eine bedeutend stärkere Krümmung erfahren als in Fig. 2.

Indem die Verkürzung des mittleren dorsalen Interradius in der Richtung vom Munde zum After noch weiter fortschreitet, kann es schliesslich zu einer dichten Aneinanderlagerung der Körperöffnungen kommen. Zieht sich dann noch der obere die Oeffnungen tragende Theil des Thieres stielförmig aus, so erhalten wir die Gestalt der Rhopalodina, Fig. 4, bei welcher die Mund und After verbindende Längsachse so stark gekrümmt ist, dass sie einen schleifenförmigen Verlauf nimmt.

Damit ist denn nun auch die Auslegung des oberen Stielendes der Rhopalodina gegeben. Dasselbe ist nicht, wie Semper will, dem oralen Pole anderer Echinodermen gleichzusetzen, sondern umfasst den oralen Pol und den aboralen (analen) Pol. Mund und After liegen nicht in demselben Pole der radiären Anordnung, aber die beiden Pole sind durch eine ungemein weitgehende Verkürzung, welche der mittlere dorsale Interradius in der Richtung vom Mund zum After erlitten hat, sehr nahe aneinander gerückt. Dass bei Rhopalodina der kleine Zwischenraum

1) Man vergl. z. B. Semper, Taf. 11, Fig. 4, 6. Aehnliche Verkürzung des mittleren dorsalen Interradius kommt z. B. auch vor bei Colochirus anceps, cf. Semper, Taf. 12, Fig. 1.

2) Alle Theile, auf die es hier nicht ankommt, wie Füsschen, Tentakel, Kalkring etc., sind mit Absicht in den schematischen Figuren weggelassen.

zwischen Mund und After einer Körperregion angehört, welche dem mittleren dorsalen Interradius der Holothurien homolog ist, wird auch durch die Lage der Geschlechtsöffnung bewiesen.

Wie sich die Homologien der einzelnen Radien und Interradien der Rhopalodina mit denjenigen der Holothurien ergeben, erhellt aus den gleichen Bezifferungen in den Abbildungen, so dass ich darauf nicht ausführlich einzugehen brauche (vergl. auch die Tafelerklärung).

Aus dem Vorhergehenden folgt, dass das Merkmal, welches für die Diplostomidea characteristisch sein soll, die Lagerung der Körperöffnungen (Mund, After und Genitalöffnung) in demselben Pole der radiären Anordnung thatsächlich bei Rhopalodina nicht vorhanden ist. Es giebt also keine Diplostomidea.

Da ferner die Rhopalodina sich, wie oben erläutert, hinsichtlich ihrer Radien in ungezwungenster Weise von Holothurien ableiten lässt und mit diesen Echinodermen auch, wie schon Semper gezeigt, wesentliche Uebereinstimmung des inneren Baues besitzt, so steht meiner Meinung nach nichts im Wege sie als eine eigenartig entwickelte Holothurie aufzufassen. Wo aber wollen wir sie im Inneren der Classe der Holothurioidea unterbringen? Ausser dem Semper'schen sind meines Wissens nur noch zwei Classificationsversuche der Rhopalodina gemacht worden, denn die Meinung Gray's: Rhopalodina sei eine Zwischenform zwischen Holothuria und Sipunculus, darf ich wohl mit Stillschweigen übergehen. Bronn [1]) hat in der Classe der Holothurien zwei Ordnungen unterschieschieden: I. Decacrenidia, II. Pentacrenidia. In die erste dieser Ordnungen gehört nach ihm allein die Gattung Rhopalodina wegen ihrer zehn Ambulacra, während alle anderen nur mit fünf Radien versehenen Holothurien die zweite Ordnung bilden. Diese Aufstellung ist durch den Nachweis, dass auch Rhopalodina nur fünf Radien hat, erledigt. Schmarda [2]) theilt neuerdings die Holothurioidea nach der Zahl ihrer Lungen ein in drei Ordnungen: I. Apneumona, II. Tetrapneumona, III. Dipneumona. Die erste dieser Ordnungen ist identisch mit den Brandt'schen Apneumona und umfasst die Familien der Synaptidae und Oncinolabidae, die dritte der Schmarda'schen Ordnungen ist identisch mit Brandt's Pneumonophora, welche die Familien der Molpadidae, Dendrochirotae und Aspidochirotae umfassen. Die zweite Ordnung Tetrapneumona wird allein repräsentirt durch Rhopalodina. Diese Eintheilung nach der Anzahl der Lungen (keine, vier oder zwei), wie sie Schmarda versucht, ist aber durchaus unhaltbar, denn die Zahl der Lungen ist bei

1) Bronn, Die Classen und Ordnungen des Thierreichs. II. Actinozoa. 1860. p. 402.

2) Schmarda, Zoologie. I. 1871. p. 260.

den Holothurien nicht so constant, dass auf sie Ordnungsunterschiede begründet werden könnten. Unter denjenigen Formen, welche Schmarda zu den Dipneumona stellt, kommen solche mit drei, vier und fünf Lungen vor, wie aus folgenden Beispielen, die ich aus den Semper'schen Holothurienbeschreibungen ausgesucht habe, hervorgeht: Haplodactyla molpadioides Semp. hat drei Lungen, Haplodactyla mediterranea Grube fünf, Echinocucumis adversaria Semp. vier, Psolus complanatus vier. Daraus dürfte wohl zweifellos hervorgehen, dass man für Rhopalodina, weil sie vier Lungen hat, keine besondere Ordnung der Tetrapneumona aufstellen darf.

Nach der von Semper gegebenen anatomischen Beschreibung unseres Thieres und dem oben erörterten Verhalten der Radien desselben steht fest, dass Rhopalodina eine füsschentragende lungenbesitzende Holothurie ist. Das Merkmal, welches sie von den übrigen Füsschen und Lungen besitzenden Holothurien wesentlich unterscheidet, ist die enorme Verkürzung des mittleren dorsalen Interradius in der Richtung vom Munde zum After. Wären die Tentakel baumförmig verästelt, so liesse sich Rhopalodina mit den Dendrochirotae vereinigen. Dieselben sind indessen nach Semper gefiedert. Demnach halte ich es für das zweckmässigste, so lange man nicht Zwischenformen kennen lernt, welche eine engere Verbindung mit der einen oder anderen Gattung gestatten, für Rhopalodina eine neue Familie der Holothurien zu gründen, für welche ich die Bezeichnung Rhopalodinidae vorschlage. Man kann dieselbe einstweilen neben die Familie der Dendrochirotae stellen. Die Aenderungen, welche in Semper's Gattungs- und Artbeschreibung vorzunehmen sind, ergeben sich aus dem oben Mitgetheilten von selbst.

Göttingen, 4. März 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIII.

Fig. 1. Querschnitt des Stieles von Rhopalodina lageniformis, Copie nach SEMPER, Taf. 40, Fig. 17. 20/1.

Md, Munddarm, *Gn*, Genitalgang, *Ed*, Enddarm, *L*, Fortsetzungen der Leibeshöhle in den Stiel.

Fig. 2. Schema einer Cucumaria mit wenig verkürztem mittleren dorsalen Interradius.

Fig. 3. Schema einer unbekannten Zwischenform zwischen Cucumaria und Rhopalodina mit stärker verkürztem mittleren dorsalen Interradius.

Fig. 4. Schema der Rhopalodina; der mittlere dorsale Interradius ist bis zur dichten Aneinanderlagerung von Mund- und Afteröffnung verkürzt; vom unteren Körperpole bis zur Linie *z* sind in den Radien Füsschen entwickelt. 5/1.

Fig. 5. Schematische Ansicht des unteren Körperpoles der Rhopalodina von aussen gesehen.

In allen Figuren gültige Bezeichnungen:

O, Mund,
A, After,
G, Geschlechtsöffnung,
R, Ringcanal des Wassergefässsystemes,
I, mittlerer ventraler Radius,
II, linker ventraler Radius,
III, rechter ventraler Radius,
IV, linker dorsaler Radius,
V, rechter dorsaler Radius,
1, linker ventraler Interradius,
2, rechter ventraler Interradius,
3, linker dorsaler Interradius,
4, rechter dorsaler Interradius,
5, mittlerer dorsaler Interradius,
II + *1* + *I* + *2* + *III* bilden das Trivium, *3* + *IV* + *5* + *V* + *4* bilden das Bivium.

Beiträge zur Anatomie der Asteriden.

Mit Tafel V—VIII und zwei Holzschnitten.

Die Untersuchungen, welche ich hier in Fortführung meiner Echinodermenstudien den Fachgenossen vorlege, sind schon vor längerer Zeit, Herbst 1875, begonnen und seither fortgesetzt worden. Sie beziehen sich, soweit ihre Ergebnisse im Folgenden mitgetheilt werden sollen, auf das Wassergefässsystem, das Blutgefässsystem, das Nervensystem, die Geschlechtsorgane und die Leibeshöhle der Seesterne. Ausgeführt wurden sie in dem hiesigen zoologisch-zootomischen Institute, dessen Mittel mir durch die gewohnte Güte des Directors desselben, Herrn Professor Ehlers, zur Verfügung standen.

Das Wassergefässsystem.

Unsere Kenntniss vom Baue der Madreporenplatte der Seesterne ist bis jetzt noch keineswegs eine erschöpfende. Nachdem Sharpey [1]) und L. Agassiz [2]) die Poren derselben nachgewiesen hatten und durch Joh. Müller [3]) die Wimperbewegung an den letzteren aufgefunden worden war, hat erst Jourdain [4]) den Verlauf der Porencanälchen im Innern der Madreporenplatte genauer verfolgt. Bei Asteracanthion rubens beschreibt er in der Madreporenplatte ein System von horizontalen, in ihrem Verlaufe den Furchen der Aussenseite der Platte ent-

1) Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II. 1836—1839. p. 35.

2) Froriep's Notizen etc. III. Reihe. V. 1848. p. 145—148. Zoologische Beobachtungen von L. Agassiz.

3) Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 86.

4) S. Jourdain, Recherches sur l'appareil circulatoire de l'étoile de mer commune (Asteracanthion rubens). Comptes rendus. T. LXV. 1867. p. 1002—1004.

sprechenden Radiärcanälen, aus welchen kleinere Röhrchen senkrecht aufsteigen und im Grunde der Furchen ausmünden. Diese Angaben, die ich, wie aus dem Folgenden ersichtlich wird, durchaus bestätigen kann, sind denjenigen Forschern, bei welchen sich neuerdings Angaben über den Bau der Madreporenplatte finden, unbekannt geblieben.

Hoffmann [1]) verweist hinsichtlich der Structur der Madreporenplatte der Asteriden auf seine Angaben [2]) über Echinoideen, mit deren Madreporenplatte diejenige der Asteriden histologisch vollständig übereinstimme. Mit diesem Hinweis ist indessen wenig gesagt, denn die Hoffmann'sche Beschreibung des Baues der Madreporenplatte der Echinen und Spatangen ist höchst mangelhaft; sie beschränkt sich auf die Angabe, dass das verkalkte Gewebe der Madreporenplatte dieselbe netzförmige Anordnung besitzt, welcher wir in fast allen übrigen verkalkten Theilen der Echinodermen begegnen. Er fügt allerdings hinzu, dass man an feinen Schliffen zwischen den Kalknetzen 0,05—0,06 Mm. grosse, länglich ovale Maschen sieht, die nicht hohl, sondern mit einer körnigen Substanz angefüllt seien. Hoffmann hat die wahre Natur dieser grösseren Maschen gänzlich verkannt. Sie sind nichts anderes als die Querschnitte der Porencanäle, welche die Madreporenplatte durchsetzen. Die körnige Substanz, mit welcher Hoffmann sie angefüllt sein lässt, wird wohl nur durch das Schleifen in dieselben hineingelangt sein. An jedem Horizontalschnitt durch die Madreporen eines Echinus kann man sich von dem Irrthum Hoffmann's überzeugen; bei Echinus lividus haben die Porencanälchen genau den von Hoffmann für seine grossen Maschen angegebenen Durchmesser. Es ist kaum begreiflich, wie Hoffmann dazu gekommen ist, in ein und derselben Abhandlung die Canälchen der Madreporenplatte zu verkennen, und letztere dennoch, ohne anderweitige Durchbohrungen derselben zu beschreiben, als einen Apparat für die Zufuhr des Wassers in das Wassergefässsystem, und, was übrigens gleichfalls irrthümlich ist, in die Leibeshöhle zu schildern.

Teuscher [3]) behauptet, dass die Canäle der Madreporenplatte denselben Bau besitzen wie der Steincanal, eine Behauptung, welcher ich nicht beizupflichten vermag.

Es lassen mir meine eigenen Untersuchungen keinen Zweifel daran, dass die Madreporencanälchen der Asteriden (sowie auch der übrigen

1) Zur Anatomie der Asteriden. Niederländisches Archiv für Zoologie. II. 1872. p. 22.

2) Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederländisches Archiv für Zoologie. I. p. 15. Taf. III, Fig. 1.

3) Teuscher, Beiträge zur Anat. der Echinodermen. III. Asteriadae. Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch. X. p. 495.

Echinodermen, wie ich in späteren Abhandlungen zeigen werde) in ihrem Baue verschieden sind von dem Steincanal. Der letztere besitzt ein hohes Wimperepithelium, während die Canälchen der Madreporenplatte mit Ausnahme ihres sich zunächst an die äussere Mündung anschliessenden Anfangstheils von einem niedrigen Epithel ausgekleidet sind. Die äussere Oberfläche der Madreporenplatte ist von einem ziemlich hohen Flimmerepithel, das eine deutliche Cuticula trägt, überzogen. Dieses Epithelium ist ein Theil der die ganze Körperoberfläche überkleidenden Zellenschicht. Es erstreckt sich dasselbe auch in die Furchen der Madreporenplatte und aus diesen in den Anfangstheil der Madreporencanälchen. Weiterhin aber wird es niedriger und geht allmälig über in den bereits erwähnten niedrigen Zellenbelag, der die Porencanälchen in ihrem ganzen übrigen Verlauf auskleidet und von dem hohen Epithel des Steincanals sehr verschieden ist (Fig. 7). Bei Asteracanthion rubens z. B. ist das Epithel am Eingange der Porencanälchen 0,03—0,04 Mm. hoch, im Inneren der Madreporenplatte aber haben die Canälchen ein Epithel von nur 0,01—0,012 Mm. Höhe. Ob das niedrige Epithel noch gleich dem hohen Flimmerhaare trägt, vermochte ich an meinen Präparaten nicht sicher zu entscheiden. Beachtenswerth ist, dass das erwähnte Verhalten des Epithels in den Madreporencanälen der Asteriden dasselbe ist, wie wir es bei den homologen Kelchporen der Crinoideen kennen gelernt haben. Auch dort geht das hohe Epithel des Anfangstheils des Porencanals über in einen niedrigen Zellenbelag, der den inneren Abschnitt des Canals auskleidet[1]).

Den Verlauf der Porencanälchen habe ich des Näheren namentlich bei Asteracanthion rubens verfolgt und dort, wie schon gesagt, ganz in Uebereinstimmung mit den Jourdain'schen Angaben gefunden. Im Grunde der Furchen, welche die äussere Oberfläche der Madreporenplatte besitzt, liegen hintereinander die circa 0,045 Mm. weiten Porenöffnungen. Jede Oeffnung führt in ein anfänglich vertical in die Madreporenplatte eindringendes Canälchen. Diese Canälchen verlaufen aber nicht bis zur inneren Oberfläche der Madreporenplatte. Das von dem äussersten Porus einer jeden Furche kommende Canälchen biegt sich so, dass es einen horizontalen nach dem Centrum der Madreporenplatte gerichteten Verlauf annimmt. Es verläuft also dieses horizontale Canälchen in derselben Richtung wie die Rinne, von deren äusserstem Porus es entspringt; zugleich liegt das horizontale Canälchen der inneren Oberfläche der Madreporenplatte näher als der äusseren. Während es unter der

1) Beiträge zur Anatomie der Crinoideen, Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. XXVIII. Auch separat unter dem Titel: Morphologische Studien an Echinodermen. I. Im Folgenden citirt mit I und der Pagina der Separatausgabe. — I. p. 56. Fig. 39.

Rinne hinzieht, nimmt es die übrigen vom Grunde der Rinne entspringenden verticalen Canälchen auf, erweitert dem entsprechend sein Lumen (bis auf etwa 0,075 Mm.) und dient so als Sammelröhrchen für sämmtliche zu einer Rinne gehörigen Porencanälchen. Ich habe versucht dieses Verhalten in einigen schematischen Figuren darzulegen (Fig. 12, 13, 14). Nur der geringere Theil der oberflächlichen Furchen erreicht den Mittelpunct der Madreporenplatte, die grössere Mehrzahl endet in geringerem oder grösserem Abstande von demselben. Die Sammelröhrchen, welche zu den nicht das Centrum erreichenden Furchen gehören, vereinigen sich mit dem Sammelröhrchen der nächst benachbarten weiter gegen das Centrum vordringenden Furche (Fig. 12, 13). Das hohe Flimmerepithel reicht in die verticalen Canälchen noch eine Strecke weit hinein, findet sich aber niemals in den Sammelröhrchen.

Die Porencanälchen der Crinoideen anastomosiren in der Regel nicht miteinander, sondern durchsetzen jedes für sich die Körperwand. Es könnte scheinen, als wenn hierin ein durchgreifender Gegensatz zwischen den Porencanälchen der Crinoideen und derjenigen der Asteriden vorläge. Es kommt indessen auch bei Crinoideen vor, dass zwei benachbarte Porencanälchen sich zu einem einzigen vereinigen [1]). Beachtenswerth erscheint in diesem Falle, dass — wie bei den Asteriden — die Anastomose der Porencanälchen erst stattfindet, nachdem ihr Epithel die niedrige Gestalt angenommen hat.

Die Zahl der Porencanälchen ist keine ganz constante, wird aber ähnlich wie bei den Crinoideen bei jeder Art doch innerhalb bestimmter Grenzen schwanken. Genau feststellen lässt sie sich nicht, da sie wie bei den Crinoideen mit dem Alter des Thieres zunimmt. Anfänglich ist vielleicht immer nur ein einziger Porus vorhanden. Eine nähere Untersuchung der Madreporenplatte der Asteriden in verschiedenen Altersstadien liegt meines Wissens bis jetzt nur von Lovén vor. Derselbe weist in seinem für die Morphologie der Echinodermen überaus bedeutungsvollen Werke: Études sur les Échinoïdées [2]) nach, dass bei Asteracanthion glacialis anfänglich nur ein Porencanal vorhanden ist und dass die Vielzahl der Porencanälchen des erwachsenen Thieres, sowie Hand in Hand damit die oberflächliche Furchung der Madreporenplatte erst durch allmälige Umbildung des anfänglich einfachen Verhaltens entsteht. Bei einem erwachsenen Individuum von Asteracanthion rubens

1) I. p. 57. Fig. 42.

2) Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 11. No. 7. Stockholm 1875. p. 87. Pl. LIII.

zählte ich über 200 Porenöffnungen im Grunde der Rinnen der Madreporenplatte.

Viel wichtiger als die Zahl der Porencanälchen und der Verlauf derselben im Innern der Madreporenplatte, der wahrscheinlich ebenso wie das oberflächliche Furchensystem bei den einzelnen Arten mehr oder weniger variiren wird, ist die Frage nach der Mündungsstelle der Canälchen an der inneren Oberfläche der Madreporenplatte. Während Sharpey, L. Agassiz, Joh. Müller und Jourdain die Porencanälchen nur in den Steincanal einmünden lassen, haben sich in der letzten Zeit Hoffmann [1]), Greeff [2]) und Teuscher [3]) bemüht, auch noch anderweitige Verbindungen der Porencanälchen nachzuweisen. Die drei genannten Forscher behaupten übereinstimmend, dass die Porencanälchen nicht alle in den Steincanal, sondern zum Theil in den schlauchförmigen Canal einmünden. Greeff glaubt ferner auf Grund seiner Untersuchungen annehmen zu dürfen, dass durch die Porencanälchen der Madreporenplatte das Seewasser auch noch in die Leibeshöhle und das von ihm beschriebene Hautgefässsystem eintrete. Nach Hoffmann sollen endlich die Porencanälchen auch noch als Ausführwege der Geschlechtsproducte dienen. Die völlige Unhaltbarkeit dieser letzterwähnten Hoffmann'schen Ansicht werde ich in dem Abschnitt über die Generationsorgane darlegen. Es handelt sich hier um die Entscheidung der Frage ob die Porencanälchen ausser in den Steincanal noch in andere benachbarte Räume führen oder nicht? Hoffmann, Greeff und Teuscher stimmen nicht nur in der Behauptung überein, dass die Porencanälchen zum Theil in den schlauchförmigen Canal führen, sondern auch in der Art und Weise wie sie zu diesem Resultat gelangt sind. Sie liessen sich, wie es scheint fast ausschliesslich, durch das Ergebniss ihrer Injectionsversuche zu ihrer Auffassung bestimmen. Hoffmann und Greeff injicirten den schlauchförmigen Canal und sahen dabei die Injectionsflüssigkeit in die Madreporenplatte eindringen und durch sie nach aussen gelangen (Hoffmann). Sollen aber derartige Injectionsresultate beweisend sein, so muss auf anatomischem Wege gezeigt werden, dass nirgends eine Zerreissung stattgefunden hat. Injectionen haben überhaupt nur insofern Werth als sie die Ergebnisse der anatomischen Untersuchung bestätigen und ergänzen, sie können ferner der anatomischen Thätigkeit des Beobachters eine bestimmte Richtung anweisen, ihre beweisende Kraft aber ist immer nur eine secundäre;

1) Zur Anatomie der Asteriden. p. 16.

2) Ueber den Bau der Echinodermen. 3. Mitthlg. Sitzber. d. Gesellsch. z. Beförderung d. gesammt. Naturw. zu Marburg. Nr. 11. 1872. p. 163.

3) l. c. p. 504. Taf. XVIII. Fig. 4 u. Tafelerklärung.

sie unterstützen den Beweis der Anatomie, ersetzen ihn aber nicht. Hoffmann hat es bei seinem Injectionsresultat bewenden lassen. Greeff hat allerdings auch anatomisch die fraglichen Verhältnisse geprüft, indem er an den injicirten Seesternen Schnitte durch die Madreporenplatte legte. Wenn aber die Zerreissungen, die nach meinen nachher mitzutheilenden Befunden stattgefunden haben müssen, nicht gerade sehr grobe waren, so konnten sie mit blossem Auge oder ganz schwachen Vergrösserungen nicht wahrgenommen werden. Ob aber Greeff auch bei stärkeren Vergrösserungen an entkalkten Schnitten untersucht hat, geht aus seinen Mittheilungen nicht hervor. Ueberdies scheint er nur die injicirten Seesterne untersucht zu haben, während es zur Sicherung des Resultates nöthig gewesen wäre auch Schnitte durch die Madreporenplatte nicht injicirter Seesterne zu untersuchen und mit den injicirten zu vergleichen. Teuscher bestätigt den Injectionsbefund von Hoffmann und Greeff und bildet auch einen Schnitt durch die Madreporenplatte ab, welche den Zusammenhang der randständigen Porencanälchen mit dem schlauchförmigen Canal bei Astropecten aurantiacus demonstriren soll. Wenn aber seine Präparate nicht besser waren als diese Abbildung, so wird er Niemanden von der Richtigkeit seiner Behauptung überzeugen.

Meine eigenen Beobachtungen beziehen sich auf Astropecten aurantiacus, Echinaster fallax, Asterina pentagona und Asteracanthion rubens. Die Madreporenplatte wurde sammt ihrer nächsten Umgebung und den sich an ihre innere Seite ansetzenden Theilen ausgeschnitten, entkalkt und in eine Serie von Schnitten (bald Horizontalschnitte, bald Längsschnitte, bald Querschnitte) zerlegt; daneben untersuchte ich an möglichst grossen Exemplaren die betreffenden Theile unter dem Präparirmikroskop. In allen Fällen war das Resultat dasselbe. Nicht eines der Porencanälchen führt wo anders hin als in den Steincanal (oder dessen nachher zu besprechende ampullenförmige Erweiterung); das gesammte Canalsystem der Madreporenplatte steht einzig und allein in Zusammenhang mit dem Steincanal, aber nicht mit dem schlauchförmigen Canal, noch auch mit irgend einem anderen Hohlraum (Fig. 1, 2, 3). Wenn ein Theil der Porencanälchen in den schlauchförmigen Canal mündete, so müsste doch, denn dafür sind die Porencanälchen reichlich gross genug, irgend etwas davon in den Schnitten zu bemerken sein. Es dürfte ferner bei grossen Exemplaren von Astropecten aurantiacus, wo man die innere Mündung der Canälchen in die ampullenförmige Erweiterung des Steincanals mit blossem Auge deutlich sehen kann, nicht schwer sein sie auch dort zu sehen, wo sie in den schlauchförmigen Canal hineinführen sollen. Ich

kann mir die oben erwähnten Injectionsbefunde nicht anders erklären als dadurch, dass die in dem schlauchförmigen Canal gegen die Madreporenplatte andringende Injectionsflüssigkeit, da sie nach den Seiten hin durch die Wand des schlauchförmigen Canals zurückgehalten wurde, sich an der Verbindungsstelle der Wandung des Steincanals mit der Madreporenplatte, als dem Puncte des geringsten Widerstandes, durch Zerreissung einen Ausweg in den Steincanal und aus diesem in die Canälchen der Madreporenplatte gebahnt hatte.

Der Steincanal der Asteriden bedarf nicht minder als die Madreporenplatte einiger Worte. Nachdem schon TIEDEMANN [1]) und DELLE CHIAJE [2]) einzelne Beobachtungen über den Bau desselben mitgetheilt, war VON SIEBOLD [3]) der Erste, dem wir eine genauere Untersuchung verdanken. Mit seinen Angaben stehen die ziemlich gleichzeitigen von SHARPEY [4]) im Einklange. Er untersuchte namentlich Asteracanthion glacialis und A. rubens und zeigte, dass bei diesen Arten die verkalkte Wand des Steincanals (den er »den kalkigen Balken« nennt) aus einer grösseren Anzahl von über einander gereihten Kalkringen besteht, von welchen ein jeder aus zwei Stücken zusammengesetzt wird: einem grösseren, welches die nach aussen gelegene Seite des Steincanals einnimmt, und einem kleineren nach der dorsoventralen Achse des Thieres schauenden. Von der Innenseite des grösseren Kalkstückes erhebt sich eine Längsleiste, die in das Lumen des Steincanals eindringt und sich sodann in zwei sich umrollende Lamellen zertheilt (Fig. 8).

Die einzige Förderung, welche unsere Kenntniss vom Baue des Steincanals neuerdings erfahren hat, ist die Abbildung eines Querschnittes desselben von Astropecten aurantiacus, welche TEUSCHER [5]) gegeben hat. Es geht daraus hervor, dass die in das Lumen des Steincanals vorspringende Lamellenbildung bei dieser Art eine bedeutend stärkere Ausbildung erfahren hat als bei Asteracanthion.

Bei Echinaster fallax hingegen ist der Steincanal noch einfacher als bei Asteracanthion gebildet, insofern hier nur ein Längswulst in das innere Lumen vorspringt, der keine Theilung in zwei sich aufrollende Lamellen erfährt (Fig. 36). Bei Asterina pentagona finden sich wieder complicirtere Verhältnisse. Die von der Wandung des Steincanals aus-

1) FRIEDR. TIEDEMANN, Anatomie der Röhren-Holothurie, des pomeranzfarbigen Seesternes u. Stein-Seeigels. Landshut 1816. p. 53, 54.

2) STEF. DELLE CHIAJE, Memorie sulla Storia e Notomia degli animali senza vertebre etc. Vol. II. 1825. p. 306, 307.

3) C. TH. E. VON SIEBOLD, Zur Anatomie der Seesterne. MÜLLER's Archiv 1836. p. 291—297. Taf. X, Fig. 14—18 (vergl. insbesondere Fig. 16).

4) l. c. p. 35. Fig. 13.

5) l. c. Taf. XVIII, Fig. 3.

gehende Falte schreitet durch das Lumen hindurch, befestigt sich an der gegenüberliegenden Wand und theilt so den Steincanal in zwei nebeneinandergelegene Röhren. Diese Theilung des Steincanals wiederholt sich mehrere Male und so erhalten wir schliesslich statt des einfachen Steincanals ein Bündel von (bei Asterina pentagona) 16 dicht nebeneinander verlaufenden Röhren (Fig. 1).

Nach diesen Beobachtungen erscheint es wahrscheinlich, dass bei weiteren Untersuchungen sich noch andere Modificationen in der Form der inneren Oberflächenvergrösserung des Steincanals finden werden, und es ist leicht möglich, dass diese Unterschiede sich für die Systematik werden verwerthen lassen.

So verschiedenartig nun aber auch der Bau des Steincanals bei verschiedenen Arten zu sein scheint, so giebt es doch einen Abschnitt an demselben, welcher bei allen untersuchten Arten in gleicher Weise gebaut ist. Es ist das der am meisten ventral gelegene Theil, mit welchem der Steincanal in das Lumen des Wassergefässringes einmündet. Dort hört alle Faltung und Theilung in dem Lumen auf und wir haben einen einfachen Canalraum vor uns ohne irgend welche in denselben hineinragende Erhebungen der Wandung. Die Faltenbildung hört nicht plötzlich auf, sondern verstreicht bei Asteracanthion rubens allmälig je näher man dem ventralen Anfangstheile des Steincanals kommt. Bei Asterina pentagona fliessen die 16 Röhren, aus welchen der Steincanal besteht, paarweise zusammen; dieser Vorgang wiederholt sich; die niedrige Längsfalte, die in das Lumen einer jeden Röhre vorspringt (Fig. 6), verstreicht gleichfalls und so erhalten wir auch hier schliesslich einen einfachen Canalraum, der sich in den Wassergefässring ergiesst.

Die feinere Structur des Steincanals ist bei allen untersuchten Formen die gleiche. Zu innerst findet man ein hohes Flimmerepithelium (bei Asterina pentagona 0,018 Mm., bei Asteracanthion rubens 0,05 Mm. hoch), welches auch in den Spiritusexemplaren seine langen Wimperhaare erkennen lässt. Bei Echinaster fallax sehe ich an demselben auch einen deutlichen Cuticularsaum. Auf das Epithel folgt eine bald mehr bald weniger dicke bindegewebige Schicht, welche zum Theil verkalkt und so die die Wandung stützenden Kalkstücke liefert. Letztere sind in Form und Anordnung bei den verschiedenen Arten verschieden. Die in das Lumen des Steincanals vorspringenden Leisten und Scheidewände werden von den beiden beschriebenen Schichten gebildet. Zu äusserst ist dann der ganze Steincanal von einer niedrigen Zellenlage überkleidet, dem Epithel des schlauchförmigen Canals (Fig. 6, 36). An der Madreporenplatte setzt sich die Bindegewebsschicht unmittelbar an die verkalkte bindegewebige Substanz der Platte fest. Das innere Epithel aber

verflacht sich und geht über in das niedrige Epithel der Sammelröhrchen der Madreporenplatte.

Die geschilderten Verhältnisse der Madreporenplatte und des Steincanals der Asterien fordern zu einem näheren Vergleiche mit den entsprechenden Organen der Crinoideen auf. Bezüglich der Madreporencanälchen haben wir dies schon weiter oben gethan. Hinsichtlich des Steincanals ist zu bemerken, dass derselbe bei den Asterien mit Ausnahme einiger Fälle, in welchen Steincanal und Madreporenplatte in mehrfacher Zahl sich finden [1]), nur in der Einzahl vorkommt, während er bei den Crinoideen stets in grosser Anzahl (5 bei Rhizocrinus, circa 150 bei Antedon rosaceus) vorhanden ist. Andererseits besitzen die Steincanäle der Crinoideen keine innere Faltenbildungen. Wie in so manchen anderen Fällen sehen wir also auch hier, wie dasselbe Organ den mit dem Heranwachsen des Thieres grösser werdenden Anforderungen das eine Mal durch Vermehrung seiner Zahl, das andere Mal durch Faltenbildung und dergleichen in seinem Inneren zu genügen sucht.

Der wichtigste Unterschied in dem Zuleitungsapparat des Wassergefässsystems der Crinoideen und Asteriden liegt darin, dass bei ersteren sich die Steincanäle nicht mit den Porencanälen verbinden, sondern ebenso wie diese in die Leibeshöhle münden. Bei den Asteriden ist die Communication zwischen dem Steincanal und den Porencanälen nicht mehr wie bei den Crinoideen durch die Leibeshöhle vermittelt, sondern sie ist eine unmittelbare geworden. Es fragt sich, welches Verhalten das ursprünglichere sei? Ich bin geneigt, das der Crinoideen für das ältere und ursprünglichere zu halten. Meine Gründe sind wesentlich vergleichend-anatomische: Bei den Asterien ist sowohl der Bau der Madreporenplatte als auch des Steincanals ein weit complicirterer als bei den Crinoideen. Ferner sind Steincanäle und Porencanäle bei den Crinoideen über sämmtliche fünf interradiale Regionen des Körpers verbreitet, bei Asterien aber in der Regel auf eine einzige beschränkt. Indessen könnte man vielleicht diese Gründe auch in dem Sinne verwerthen, dass man das Verhalten der Zuleitungsorgane des Wassergefässsystems bei den Asterien als das ältere betrachtet. Der Beweis, welche von beiden auf Grund der vergleichenden Anatomie möglichen Ansichten die richtige ist, kann nur durch die Entwicklungsgeschichte erbracht werden. Was wir bis jetzt an entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen kennen gelernt haben, genügt nicht, diese Frage zu lösen. Nach den Beobachtungen von Lovén [2]) ist bei ganz jungen Seesternen

1) Ueber die Ergebnisse meiner Untersuchungen derartiger Fälle, die aus Mangel an Material noch nicht abgeschlossen sind, hoffe ich bei späterer Gelegenheit berichten zu können.

2) l. c.

noch keine Porenöffnung an der Stelle der zukünftigen Madreporenplatte vorhanden. Es würde sich also namentlich darum handeln, nachzuweisen, ob in diesem Stadium der Steincanal des jungen Seesterns frei in die Leibeshöhle mündet und sich erst in den späteren Stadien mit den inzwischen entstandenen Porencanälchen der Madreporenplatte in Verbindung setzt [1]. Auf eine genetische Verschiedenheit zwischen dem Steincanal und den Canälchen der Madreporenplatte deutet auch die oben hervorgehobene Verschiedenheit in der Structur hin, sowie die Thatsache, dass Steincanal und Madreporencanal bezüglich der Höhe ihrer Differenzirung unabhängig von einander sind. So besitzt Asterina pentagona eine weit weniger complicirte Madreporenplatte, aber einen sehr viel höher differenzirten Steincanal als Asteracanthion rubens. Ich glaube die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass während der Steincanal wie alle übrigen Theile des Wassergefässsystems von dem Entoderm gebildet wird, die Canälchen der Madreporenplatte der Seesterne ebenso wie die Porencanälchen der Crinoideen von dem Ectoderm aus ihre Entstehung nehmen.

Vorübergehend habe ich schon weiter oben von der ampullenförmigen Erweiterung des Steincanals an seiner Ansatzstelle an die Madreporenplatte gesprochen. Das Verdienst zuerst auf dieses Gebilde aufmerksam gemacht zu haben gebührt Greeff [2]; alle früheren Beobachter haben dasselbe übersehen und auch Teuscher erwähnt desselben mit keiner Silbe, was um so auffallender ist als er die Greeff'schen Untersuchungen citirt.

Am leichtesten kann man sich von dem Vorhandensein, der Form und Lagerung des in Rede stehenden Gebildes an grossen Exemplaren von Astropecten aurantiacus (Fig. 9, 10, 11) überzeugen. Wenn man die Madreporenplatte mit ihrer nächsten Umgebung ausschneidet und an ihrer inneren Seite die Ansatzstelle des Steincanals und des Herzens genauer untersucht, so findet man, dass diese Ansatzstelle an der aboralen [3] Seite der Madreporenplatte von einer verkalkten Wand überdeckt ist. Entfernt man letztere (Fig. 9), die einerseits eine Fortsetzung

1) Der directe Uebergang des Rückenporus der Larve in die Madreporenöffnung des Seesterns wird zwar behauptet, ist aber bis jetzt nirgends in überzeugender Weise bewiesen worden.

2) 3. Mittheilung, p. 100.

3) Die nach dem Centrum des Rückens des Seesterns gerichtete Seite der Madreporenplatte wollen wir die aborale, die entgegengesetzte, dem Munde näher gelegene die adorale, die beiden anderen die rechte und linke nennen, indem wir uns für die beiden letzteren Bezeichnungen in die dorsoventrale Achse des Seesterns versetzen mit dem Gesicht der Madreporenplatte zugewendet, mit den Füssen in dem Centrum des Mundes stehend.

der Wand des schlauchförmigen Canals ist, anderseits sich mit der Körperwand verbindet, so gelangt man in eine kleine Höhle, deren Boden zum grösseren Theile von dem aboralen Abschnitte der Madreporenplatte, zum anderen Theile von dem sich zunächst an die Madreporenplatte anschliessenden Bezirke der Rückenhaut gebildet wird. In dem letztgenannten Bezirke inserirt sich das Herz, welches uns hier zunächst nicht interessirt. Durch das Herz wird die Einsicht in die Höhle zum Theil verdeckt. Schneidet man dasselbe aber nahe seiner Ansatzstelle ab (Fig. 10), so sieht man wie an dem aboralen Rande der Insertion des Steincanals an die Madreporenplatte eine Ampulle auf dem Boden der Höhle gelegen ist (Fig. 9, 10). Diese Ampulle, die von kugliger Gestalt ist, misst stark 2 Mm. Sie umschliesst einen Hohlraum, in welchen eine Anzahl der Sammelröhrchen der Madreporenplatte einmünden (Fig. 11). Der Hohlraum steht mit demjenigen des Steincanals in offenem Zusammenhang, unterscheidet sich aber von demselben durch den Mangel innerer Faltenbildung. Auch dadurch differirt die Ampulle von dem Steincanal, dass ihre Wandung keine Kalkstücke besitzt. Nichtsdestoweniger ist sie offenbar nichts anderes als eine Aussackung des Steincanals. Dies wird um so unzweifelhafter, da sich an dem rechten Rande der Insertion des Steincanals eine zweite etwas kleinere Ausbuchtung desselben befindet, die zwischen der vorhin beschriebenen Ampulle und dem Steincanal in ihrem Baue die Mitte hält. Aeusserlich betrachtet (Fig. 9) gleicht sie der Ampulle; schneidet man sie aber auf, so findet man in ihrem Innern dieselben Faltenbildungen der Wandung wie im Steincanal (Fig. 10, 11).

Bei Asteracanthion rubens giebt Greeff mehrere Ampullen an. Ich habe die Ampullen bei dieser Art sowie an Asterina pentagona namentlich an Schnitten untersucht. Bei Asterina pentagona finde ich wie bei Astropecten aurantiacus nur eine Ampulle (Fig. 3). Bei Asteracanthion rubens aber sind bald zwei, bald drei (Fig. 15) in einem Querschnitt vorhanden; gegen den Steincanal hin aber vereinigen sie sich zu einer einzigen, so dass sie eigentlich nur secundäre Ausbuchtungen der einen Aussackung des Steincanals darstellen. Man überzeugt sich davon am besten durch die Präparation der betreffenden Theile. An einem derartigen Präparate (Fig. 8) erkennt man, dass vom Rande der Ampulle Einschnürungen gegen ihr Centrum vordringen und so den peripheren Theil derselben in eine grössere Anzahl von Ausbuchtungen zerlegen, von welchen man auf den Querschnitten zwei, drei (Fig. 15) oder noch mehr zu sehen bekommt.

In allen untersuchten Fällen hat die Ampulle stets die gleiche Lage,

am aboralen Rande des Ansatzes des Steincanals an die Madreporenplatte.

Der Wassergefässring der Asteriden ist bezüglich seiner Lage und Verbindungen im Allgemeinen hinlänglich bekannt, ebenso verhält es sich mit den radiären Wassergefässen. Ich brauche deshalb hier nur auf diejenigen Puncte einzugehen, in welchen ich von den Angaben anderer Forscher differire oder ihnen Neues hinzuzufügen vermag.

Teuscher [1]) beschreibt einen kräftigen oralen Ringmuskel, welcher mit dem Wassergefässringe rings um den Mund laufen soll und so gelegen sei, dass der Wassergefässring sich zwischen ihm und dem ersten unteren Ambulacralmuskel befinde. (Untere Ambulacralmuskel nennt Teuscher einfach den ventralen Quermuskel zwischen den beiden Schenkeln eines jeden Armwirbels, durch dessen Contraction die Ambulacralrinne verengert wird.) Dieser orale Ringmuskel soll identisch sein mit dem »weissen Ringe« Tiedemann's, in welchem letzterer den Nervenring vermuthete.

Ein oraler Ringmuskel, wie ihn Teuscher hier beschreibt, ist aber thatsächlich gar nicht vorhanden, wie man sich unschwer überzeugen kann. Teuscher hat zunächst nicht beachtet, dass zu dem ersten Armwirbel zwei untere Quermuskel gehören, dass überhaupt bei Asteracanthion rubens und Astropecten aurantiacus [2]) der erste Armwirbel aus der engen Vereinigung zweier Wirbel entstanden ist, wie aus der Zahl seiner Fortsätze, deren Verhalten zu den zwischen durchtretenden Füsschen, sowie aus der besagten Verdoppelung des unteren Quermuskels hervorgeht. In einem verticalen Radialschnitt durch das Peristom, welcher durch die Abgangsstelle eines radiären Wassergefässes vom Wassergefässring geht (Fig. 16, 21), findet man ausser den unteren Quermuskeln des ersten Wirbels keine Muskeln in nächster Nähe des Wassergefässringes. Zwischen den beiden Quermuskeln des ersten Armwirbels giebt das Wassergefäss schon seine ersten Seitenzweige (zu dem ersten Füsschenpaare) ab. Der erste untere Quermuskel liegt ventral und ein wenig nach aussen von dem Wassergefässringe (Fig. 16). In Teuscher's Fig. 2 ist der Muskel *rm*, der seinen oralen Ringmuskel vorstellen soll, nichts als der erste der beiden zum ersten Armwirbel gehörigen unteren Quermuskel. In verticalen Radialschnitten aber, welche in der Richtung eines Interradius durch das Peristom gelegt sind (Fig. 17, 19, 20), findet man natürlich von den unteren Quermuskeln der Armwirbel nichts mehr. Dagegen erblickt

1) l. c. p. 493.
2) Auf andere Arten habe ich die Untersuchung dieses Punctes noch nicht ausgedehnt.

man nach aussen und dorsalwärts vom Querschnitt des Wassergefässringes einen gleichfalls quer getroffenen kräftigen Muskel. Derselbe verbindet, wie die weitere Untersuchung zeigt, die beiden ersten Wirbelfortsätze zweier benachbarter Arme miteinander (Fig. 18), wiederholt sich also in jedem Interradius. TEUSCHER's Irrthum, der nur bei einer sehr oberflächlichen Untersuchung begreiflich wird, besteht demnach darin, dass er die ersten unteren Quermuskel der ersten Armwirbel mit jenen fünf interradialen Quermuskeln zusammengeworfen hat. Seine weitere Behauptung, der von ihm beschriebene orale Ringmuskel sei identisch mit dem »weissen Ringe« TIEDEMANN's, ist gleichfalls falsch. Fertigt man das betreffende Präparat TIEDEMANN's an einem grossen Astropecten aurantiacus [1]) an, so überzeugt man sich leicht, dass der »weisse Ring« dargestellt wird durch die Scheidewand (Fig. 18, 21 *Wd*), welche den inneren und den äusseren oralen Perihämalcanal von einander trennt und das orale Ringgeflecht des Blutgefässsystems in sich einschliesst, wie ich weiter unten, in dem Abschnitte über das Blutgefässsystem, ausführlicher darlegen werde.

Ein zweiter Punct, in welchem ich Anderen zu widersprechen genöthigt bin, betrifft die sogen. TIEDEMANN'schen Körperchen am Wassergefässring. TIEDEMANN [2]) erkannte ihren Zusammenhang mit dem Wassergefässring und lässt ganz richtig ein jedes dieser »braunen drüsenartigen Körperchen« mit einer einzigen Oeffnung in den Wassergefässring einmünden. Dieser Auffassung schliessen sich die späteren Beobachter an. Nur SEMPER [3]) stellt eine andere Behauptung auf; nach Injectionsbefunden an dem philippinischen Pteraster ist er der Meinung, dass die TIEDEMANN'schen Körperchen in erster Linie nicht eine Ausstülpung des Wassergefässringes, sondern des (sogen.) oralen Blutgefässringes [4]) seien, in welche erst secundär Aussackungen des Wassergefässringes eindringen. Ich habe den Pteraster selbst zwar nicht auf diese Frage untersucht, aber bei den anderen von mir untersuchten Asteriden habe ich ganz besonders auf diesen Punct geachtet. Nirgends gelang es mir irgend welchen Zusammenhang der TIEDEMANN'schen Körperchen weder mit dem bisher sogen., noch mit dem wirklichen Blutgefässring nachzuweisen [5]). Bei Asteracanthion rubens z. B. führt die Oeffnung,

1) TIEDEMANN's Abbildung. Taf. IX, Fig. 2.

2) l. c. p. 53.

3) Reisen im Archipel der Philippinen. II. 1. 1868. Holothurien. p. 118.

4) SEMPER hat ebensowenig wie alle übrigen Forscher den wahren oralen Blutgefässring, welchen ich weiter unten beschreiben werde, gekannt.

5) In meiner Abhandlung I, p. 87, habe ich mit Bezug auf die SEMPER'schen Angaben die Aussackungen am Blutgefässring der Crinoideen mit den TIEDEMANN'schen Körperchen der Asterien zu vergleichen versucht. Nach dem oben Mitgetheilten ist ein solcher Vergleich nunmehr hinfällig geworden.

mit welcher jedes TIEDEMANN'sche Körperchen in den Wassergefässring mündet, in ein sich sofort verästelndes Canalsystem, dessen Endzweige senkrecht gegen die Oberfläche des ganzen Körperchens aufsteigen, um unter derselben blind zu endigen. Sämmtliche Hohlräume des Körperchens gehören diesem Canalsystem an und nirgends tritt ein Zweig des Butgefässringes in das Körperchen ein (Fig. 20). Es wäre ja denkbar, dass sich bei dem philippinischen Pteraster die Sache anders verhält, obschon es mir sehr wenig wahrscheinlich dünkt. SEMPER's Angaben stützen sich nur auf Injectionen und ich glaube deshalb gegen sie dasselbe Misstrauen hegen zu dürfen wie gegen die Injectionsbefunde anderer Forscher. Jedenfalls aber scheint mir festzustehen, dass wir die TIEDEMANN'schen Körperchen in erster Linie als Anhangsgebilde des Wassergefässringes betrachten müssen und nicht dem Blutgefässsystem zurechnen können. Die Hohlräume des TIEDEMANN'schen Körperchens finde ich bei Asteracanthion rubens ausgekleidet von einem 0,008 Mm. hohen Epithel, welches eine directe Fortsetzung des Epithels des Wassergefässringes ist und aus annähernd kubischen Zellen zu bestehen scheint. Das Parenchym ist ein feinfaseriges Bindegewebe, welches an der Ansatzstelle des TIEDEMANN'schen Körperchens allmälig übergeht in das stärker gefaserte Bindegewebe, das den Wassergefässring umgiebt. Die Oberfläche des Körperchens ist überkleidet mit dem wimpernden Epithel der Leibeshöhle. Sonach erweisen sich auch hinsichtlich des feineren Baues die TIEDEMANN'schen Körperchen als Ausstülpungen des Wassergefässringes. Ueber die Function derselben wissen wir bis jetzt noch nichts Sicheres. Da sich in ihren Hohlräumen dieselben Inhaltszellen finden wie in dem Wassergefässsystem, wie dies auch HOFFMANN angiebt, so kann man sich einstweilen der Vermuthung des genannten Forschers anschliessen, welcher in diesen Organen die Bildungsheerde sieht für die zelligen Elemente, die im Innern der Wassergefässe vorkommen.

Bezüglich der Anordnung der Muskulatur habe ich schon bei einer früheren Gelegenheit [1]) darauf aufmerksam gemacht, dass sich bei den Asteriden wie auch bei anderen Echinodermen das Vorkommen einer ausgebildeten Ring- oder Längsmuskulatur in den einzelnen Bezirken des Wassergefässsystems gegenseitig auszuschliessen scheint. Die Angaben, mit welchen ich damals diesen Satz, zu dem ich zunächst für die Crinoideen gekommen war, auch auf die Asteriden ausdehnte, entnahm ich der vorliegenden Literatur. Jetzt aber kann ich es auch auf Grund meiner eigenen Untersuchungen aussprechen, dass sich in den einzelnen Theilen des Wassergefässsystems der Asteriden nirgendwo

1) I. p. 85.

gleichzeitig eine deutliche Längs- und Ringmuskulatur befindet; immer ist entweder nur die eine oder die andere zur Ausbildung gekommen: so namentlich in den Füsschen und Ampullen, welche ich bei allen untersuchten Formen nur mit einer Längsmuskulatur ausgestattet finde [1]); in dem Wassergefässringe und den radiären Wassergefässen ist die Muskulatur nur sehr schwach entwickelt und besteht (bei Asterac. rub.) aus vorwiegend kreisförmig verlaufenden Fasern, die aber häufig von dieser Richtung abbiegen und so im Ganzen keine bestimmte Anordnung festhalten.

An der Eintrittsstelle der seitlichen Aeste der radiären Wassergefässe in die Füsschen und deren Ampullen beschreibt neuerdings Lange [2]) einen taschenförmigen Ventilapparat. Indem ich auf Grund meiner eigenen Untersuchungen hinsichtlich des Baues dieser nicht schwer zu constatirenden Vorrichtung mit Lange übereinstimme und auf dessen Schilderung verweise, möchte ich doch nicht unerwähnt lassen, dass ich sie auch bei anderen Arten (Lange giebt sie für Asteracanthion rubens und Astropecten aurantiacus an) so bei Echinaster fallax und Luidia maculata aufgefunden habe. Lange ist der Meinung der Ventilapparat sei bisher übersehen und erst von ihm entdeckt worden. Greeff, Hoffmann und Teuscher erwähnen ihn allerdings nicht. Indessen hat vor den Publicationen der hier genannten Autoren Jourdain [3]) auf jenen Apparat, wenn auch nur in aller Kürze, aufmerksam gemacht und ihm gebührt das Verdienst der Entdeckung desselben. Die betreffende Beobachtung Jourdain's hätte um so leichter den späteren Autoren bekannt werden können, da Leuckart in seinen Jahresberichten dieselbe ausdrücklich hervorhebt [4]).

1) Auf das Irrthümliche der Darstellung, welche Greeff von der Muskulatur der Füsschen gegeben, habe ich schon früher (I, p. 85) in Bestätigung der Angaben Hoffmann's hingewiesen. Unterdessen hat auch Teuscher sich in demselben Sinne gegen Greeff ausgesprochen (l. c. p. 496 sqq.), freilich ohne der übereinstimmenden älteren Beobachtungen von Hoffmann Erwähnung zu thun.

2) W. Lange, Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. Morphol. Jahrb. II. p. 247.

3) Comptes rendus. T. LXV. 1867. p. 1003. Am Eintritt der zu den Füsschen gehenden Zweige der radiären Wassergefässe in die Füsschenampulle (vésicule contractile) befindet sich nach ihm »un repli vasculaire qui a pour effet de s'opposer au reflux du liquide dans le canal radial, au moment de la contraction de la vésicule«.

4) R. Leuckart, Jahresbericht für 1866 u. 1867. p. 238. Auch Hoffmann citirt (Asteriden p. 14) die Mittheilung Jourdain's, nimmt aber bei seiner Schilderung des Wassergefässsystems weder von der Jourdain'schen Entdeckung des Ventilapparates der Füsschen noch auch von seinen Angaben über den Bau der Madreporenplatte die geringste Notiz. Wozu sollen Citate dienen, wenn der Inhalt der citirten Schriften nicht berücksichtigt wird?

Als ein wesentlicher Character der Familie der Asteracanthiden im Gegensatz zu den Solasteriden, Astropectiniden und Brisingiden wird neben anderen unterscheidenden Merkmalen die Vierzahl der Füsschenreihen in jeder Ambulacralfurche angeführt. Dieser Gegensatz hat indessen sehr wenig Bedeutung; denn wenn wir uns an die Zahl der Wirbel oder an die Zahl der seitlichen Aeste der radiären Wassergefässe halten und beachten, dass auch bei den Asteracanthiden ebenso wie bei den übrigen Asteridenfamilien die Zahl der Füsschen ebenso gross ist wie die Zahl der seitlichen Wassergefässäste und doppelt so gross wie die Zahl der Wirbel, so ist ersichtlich, dass die Vierreihigkeit nicht etwa dadurch zu Stande kommt, dass jeder seitliche Wassergefässast zwei Füsschen versorgt, sondern dadurch, dass die anfänglich zweireihig angeordneten Füsschen sich, um alle in der Ambulacralrinne Platz zu finden, nebeneinander schieben. Bei allen bis jetzt bekannten Asteriden, mögen ihre Füsschen zweireihig oder scheinbar vierreihig angeordnet sein, herrscht darin Uebereinstimmung, dass jedes Füsschen von einem besonderen Zweig des radiären Wassergefässes versorgt wird und dass zwischen je zwei Wirbelfortsätzen immer nur ein Füsschen hervortritt, die Zahl der Füsschenpaare also der Zahl der Wirbel entspricht. In Fig. 22 ist das Verhalten der Füsschenanordnung zu den Wirbelfortsätzen dargestellt und man erkennt, dass die Vierreihigkeit allein dadurch erreicht wird, dass abwechselnd ein linkes und ein rechtes Füsschen weiter an den seitlichen Rand der Ambulacralfurche rückt. In der Literatur findet sich meines Wissens nur eine einzige kurze Bemerkung von STIMPSON[1]), worin der hier berührten Verhältnisse gedacht wird.

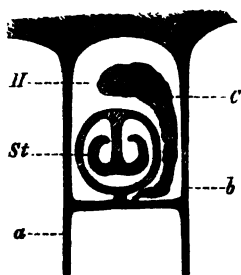
Das Blutgefässsystem.

GREEFF beschreibt in der zweiten seiner Mittheilungen über den Bau der Echinodermen[2]) »bisher nicht beschriebene kiemenartige Organe der Seesterne«. Als ein solches bezeichnet er vornehmlich ein ver-

1) Derselbe sagt in einer Anmerkung zu einer Beschreibung einer Anzahl neuer Seesterne (W. STIMPSON, On new Genera and Species of Starfishes of the Family Pycnopodidae [Asteracanthion M. Tr.] Proceed. Boston Society of Natural History. Vol. VIII. Boston 1862. p. 261) »the increased numbre of rows is simply the result of the crowding necessary for the arrangement of the more numorous feet possessed by some of the species. We have Asteracanthia with only two rows (not, however, exactly rectilinear) and others with six or eight more or less distinct rows near the base of the ray«.

2) Sitzber. der Gesellsch. z. Beförderung der gesammten Naturw. zu Marburg. Nr. 6. 1872. p. 99.

hältnissmässig grosses Gebilde [1]), welches »in der sackartigen Erweiterung liegt, die den Steincanal einhüllt, als ein neben dem Letzteren verlaufender Schlauch, der auf seiner ganzen Länge verzweigte, lappenförmige Anhänge trägt, einer traubenförmigen Drüse ähnlich«. Dieses grosse nach Greeff's Behauptung bisher übersehene kiemenartige Organ ist aber in Wirklichkeit längst bekannt und jeder der an der Hand der Tiedemann'schen Abbildungen einen Seestern zergliedert hat, hat es gesehen; denn es ist nichts Anderes als das von Spix [2]) bereits beobachtete, von Tiedemann [3]) aber nach Form und Lage klar und deutlich beschriebene, abgebildete und als Herz gedeutete Gebilde. Auch delle Chiaje hat dasselbe unabhängig von Tiedemann aufgefunden [4]) und, wenn auch recht mangelhaft, abgebildet. Ich will den Nachweis dafür, dass Greeff's »kiemenartiges Organ« identisch ist mit dem »Herzen« oder »herzähnlichen Canal« Tiedemann's in den folgenden Zeilen geben. Zugleich wird daraus ersichtlich werden, dass das, was Greeff das Herz nennt, die Höhle des sichelförmigen Bandes ist.



Schematischer Querschnitt durch d. schlauchförmigen Canal (*H*), das Herzgeflecht (*C*) und den Steincanal (*St*) eines Seesterns, von der Dorsalseite gesehen; *a*, *b*, die linke und rechte Lamelle des sichelförmigen Bandes.

Bei der engen Zusammenlagerung, welche zwischen Herz und Steincanal bei den Asteriden besteht, müssen wir hier auch den letzteren, also die ganze Organgruppe ins Auge fassen, welche unterhalb der Madreporenplatte, von ihr und ihrer Umgebung kommend, die Körperhöhle durchzieht. Was beschreibt nun Tiedemann an dieser Stelle? Er schildert zwei verschiedene Organe, die in der Höhle des die Rückenhaut mit der Bauchhaut verbindenden sichelförmigen Bandes liegen. Diese Höhle (vergl. den Holzschnitt, *H*) wird neuerdings von Hoffmann und von Teuscher schlauchförmiger Canal genannt, eine Bezeichnung, die wir einstweilen festhalten wollen. In ihr liegen nach Tiedemann erstens der Steincanal (*St*), zweitens der »herz-

1) Auf die Theile, welche Greeff in Zusammenhang mit diesem Organe beschreibt, komme ich weiter unten zu sprechen.

2) Spix nennt es »le canal gélatineux et bleu«. Mém. pour servir à l'histoire de l'astérie rouge, Asterias rubens L. Annal. du Muséum d'histoire naturelle T. 13.p. 446.

3) l. c. p. 50.

4) Er beschreibt es als »un corpo gelatino, gialliccio, crasso, piano«, welcher den Steincanal (delle Chiaje's »sacco rossiccio«) von Anfang bis zu Ende begleitet und an ihn angeheftet ist. l. c. p. 308. Tav. XX, Fig. 18.

ähnliche Canal« (*C*). Der Steincanal erhielt durch den genannten Forscher seinen jetzt allgemein gebräuchlichen Namen, nachdem er schon früher von LINCK als tuba verrucae (verruca dorsi Linck = Madreporenplatte) und von SPIX als canal spongieux et blanc kurz geschildert worden war. Trotz seiner klaren Beschreibung scheint indessen TIEDEMANN auch schon bezüglich des Steincanals Missverständnissen ausgesetzt gewesen zu sein. Denn was SIEBOLD [1]) den kalkigen Balken im Steincanal nennt, ist der Steincanal selbst und nur aus einem Missverständniss der TIEDEMANN'schen Schilderung ist es erklärlich, dass SIEBOLD nach einem Steincanal suchte, in welchem jener kalkige Balken liege. Weit mehr aber ist der herzähnliche Canal, den TIEDEMANN beschreibt, für die späteren Forscher ein Stein des Anstosses gewesen. Obschon seine Beschreibung und Abbildung, wenn man das betreffende Präparat daneben hält, gar keines Missverständnisses fähig scheinen, hat, wie gesagt, GREEFF die Höhle des sichelförmigen Bandes für das TIEDEMANN'sche »Herz« angesehen, letzteres aber als ein bisher übersehenes Organ beschrieben. Damit macht GREEFF TIEDEMANN, der hinsichtlich der Echinodermen durch eine Reihe der sorgfältigsten Beobachtungen den Grund unserer anatomischen Kenntnisse gelegt hat, einen schwer wiegenden Vorwurf. Denn es handelt sich hier nicht etwa um schwierig zu machende Beobachtungen, sondern um die Auffindung eines Organs, welches man mit einem einzigen Scheerenschnitt freilegen kann und welches bei grossen Exemplaren von Astropecten aurantiacus, wie TIEDEMANN selbst angiebt, 1 Zoll lang ist und an seiner breitesten Stelle gegen 3 Linien im Durchmesser hat. TIEDEMANN beschreibt das Herz als »einen länglichen erweiterten Canal, welcher neben dem Steincanal innerhalb der Höhle des Bandes liegt«, unterscheidet dasselbe also ausdrücklich von der Höhle des sichelförmigen Bandes. Daran lassen auch seine bekannte Abbildung [2]) und die Tafelerklärung nicht den geringsten Zweifel. Dass aber dennoch GREEFF wirklich der Meinung ist, der Hohlraum des sichelförmigen Bandes sei es, den TIEDEMANN als Herz beschrieben habe, geht aus den Bezeichnungen hervor, die er für diesen Hohlraum anwendet [3]).

Auch HOFFMANN kommt, vielleicht beeinflusst durch die GREEFF-schen Angaben, zu keinem richtigen Verständniss der TIEDEMANN'schen

1) l. c. p. 292.

2) l. c. Taf. 8; reproducirt in J. V. Carus Icones zootomicae. Taf. V, Fig. 16; sowie in BRONN's Klassen u. Ordnungen d. Thierreichs. II. Actinozoa. Taf. XXXIII, Fig. 2.

3) Er nennt ihn, 2. Mittheilung p. 96: die häutige, sackartige Erweiterung des Steincanals; p. 99: den dem Steincanal und dem kiemenartigen Organ gemeinschaftlichen häutigen Sack; 3. Mittheilung p. 159: die herzartige Erweiterung; p. 163 und 167: die sackartige Erweiterung (Herz).

Darstellung; denn das eine Mal[1]) behauptet er, der schlauchförmige Canal sei es, den TIEDEMANN »Herz« genannt habe, und in diesem Herzen liege ein drüsenförmiger Körper, dessen Bedeutung ihm aber durchaus unbekannt geblieben sei, später[2]) aber sagt er ganz richtig, den in dem schlauchförmigen Canal gelegenen drüsenförmigen Körper habe TIEDEMANN als »Herz« beschrieben.

TEUSCHER beschreibt Steincanal, Herz und schlauchförmigen Canal in Uebereinstimmung mit TIEDEMANN, erwähnt aber das GREEFF'sche »kiemenartige Organ« merkwürdiger Weise mit keinem Worte, obschon er die Publicationen dieses Forschers anführt.

Das mit GREEFF's kiemenartigem Organe identische Herz der Seesterne liegt also mit dem Steincanal zusammen in der Höhlung des sichelförmigen Bandes (in dem schlauchförmigen Canal). Ich halte an der von TIEDEMANN gegebenen Benennung Herz fest, weil dasselbe, wie wir sehen werden, jedenfalls als ein Centralorgan der Ernährungsflüssigkeit aufzufassen ist. Denkt man sich, wenn der Seestern mit der Mundöffnung nach unten liegt, in der dorsoventralen Achse desselben stehend und dem Steincanal zugewendet, so liegt das Herz stets rechts von dem Steincanal. Wenigstens fand ich bei den von mir untersuchten Seesternen ausnahmslos diese Lagerung. Damit stimmt auch die Abbildung TIEDEMANN's überein und schon SIEBOLD hat die constante Lage des Herzens in Bezug auf den Steincanal hervorgehoben[3]).

Ueber das Aussehen und den Bau des Herzens haben schon die früheren Beobachter Angaben gemacht. Sie beschreiben dasselbe als einen gelatinösen, gelblichen Körper von fettiger Substanz (DELLE CHIAJE), von Farbe bräunlich (TIEDEMANN), röthlich blau, zuweilen violett (HOFFMANN), blau (SPIX). Die Verschiedenheit in diesen Angaben über die Farbe des Herzens wird sich wohl bei genauerer Untersuchung lebender Thiere von verschiedenem Alter und verschiedenen Arten leicht erklären

1) l. c. p. 16.
2) l. c. p. 21, 22.
3) Da sich SIEBOLD (l. c. p. 293) auf TIEDEMANN's Abbildung beruft, dabei aber sagt, »das herzähnliche Organ liegt immer an der linken Seite des kalkigen Balkens«, so ist klar, dass er sich dabei in den Steincanal (»den kalkigen Balken«) hineindenkt, das Gesicht zur dorsoventralen Achse des Thieres gekehrt; dann liegt allerdings das Herz links vom Steincanal. Bei TEUSCHER (Fig. 5, Taf. XVIII) ist das Herz links vom Steincanal gezeichnet (vergl. auch p. 495 dieses Autors). Da er aber nicht angiebt, von welcher Seite, ob von der ventralen oder von der dorsalen, sein Schliff abgebildet ist, so muss ich annehmen, dass die Abbildung die ventrale Seite des Schliffes zeigt, in welchem Falle das Herz allerdings links vom Steincanal liegt. Denkt man sich aber denselben Querschliff von der dorsalen Seite gesehen, so liegt das Herz rechts vom Steincanal.

lassen. Ueber den Bau des Herzens hat Tiedemann die ersten Mittheilungen gemacht. Das Herz »besteht aus gelblichbraunen, durchschlungenen und verwebten Fasern, welche Aehnlichkeit mit Muskelfasern haben«. »Die äussere Fläche des Herzens ist glatt, die innere netzförmig gebildet«. Greeff schildert dasselbe als einen Schlauch mit verzweigten lappenförmigen Anhängen. »Die Lappen und Läppchen enthalten im Innern eine wimpernde Höhlung und stehen durch ebenfalls im Innern wimpernde und verästelte Canäle mit einander in Verbindung«. Hoffmann leugnet gegen Greeff die innere wimpernde Höhlung der Läppchen. Nach ihm bestehen die Läppchen aus einer mit Wimperhaaren bekleideten Membran und einem zelligen Inhalte und sind durch kräftigere Bindegewebsbündel mit einander verbunden. Teuscher endlich stellt eine Höhlung in dem Herzen der ausgewachsenen Thiere in Abrede und findet auf Querschnitten nur die gewöhnlichen Bindegewebselemente: »Fasern, einzelne kernhaltige Zellen, viele Körnchen und Pigmenthaufen«. »Bei jungen Thieren stellt das Herz ein dichtes Convolut von feinen Gefässen dar, welche sich nach allen Richtungen durch einander schlingen«.

Meine eigenen Untersuchungen haben mich zu folgenden Ergebnissen geführt. Das Herz besteht aus einem dichten Geflecht bald sich theilender, bald mit einander anastomosirender Gefässe, deren Aussenseite ein deutliches Epithel trägt, dasselbe Epithel, welches den ganzen schlauchförmigen Canal auskleidet. Die Wand der Gefässe besteht aus einem faserigen Gewebe, in welchem sich zweierlei Faserelemente, stärkere und feinere unterscheiden lassen. Die ersteren gleichen den kräftigen Bindegewebsfasern, die sich z. B. in der Körperwand zwischen den Kalkstücken finden, die letzteren aber bin ich geneigt für muskulös zu halten, da, wie wir nachher sehen werden, das Herz Contractionserscheinungen zeigt. Ein inneres Epithel der Gefässe des Herzens in Form eines continuirlichen Zellenlagers konnte ich nicht auffinden, wohl aber Zellen, die in unregelmässigen Abständen der Innenseite der Gefässe aufsitzen. Die Lumina der Gefässe sind häufig sehr schwer oder gar nicht zu erkennen. Es hat das seinen Grund darin, dass sich die meist kugeligen 0,006—0,008 Mm. (bei Astropecten aurantiacus) grossen und mit deutlichem Kern versehenen Inhaltskörper in solcher Menge anhäufen, dass sie die Gefässlumina ganz ausfüllen. Es ist demnach *das Herz* nicht nur bei den jungen Thieren, wie Teuscher will, sondern auch bei den ausgewachsenen Individuen *ein dicht zusammengedrängtes Gefässgeflecht.*

Vorhin sprach ich von *Contractionserscheinungen des Herzens.* Dieselben sind zuerst beobachtet worden von Tiedemann,

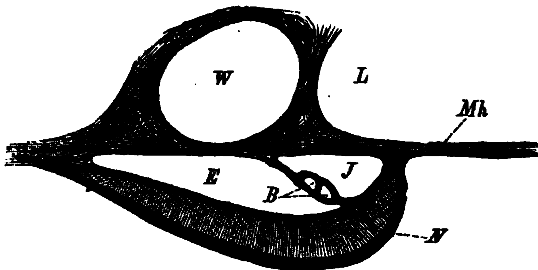
welcher folgende Angabe darüber macht[1]: »In lebend geöffneten Seesternen (Astropecten aurantiacus) äussert der bräunliche Canal Reizbarkeit, denn wenn man ihn mit einem scharfen Instrumente reizt oder mit Weingeist befeuchtet, so contrahirt er sich, wiewohl schwach und langsam«. Neuerdings beobachtete HOFFMANN[2] »sehr deutliche Contractionserscheinungen« an dem Herzen. Derselbe Forscher sah ferner bei Asteracanthion rubens an den beiden vom Herzen zum Darm gehenden Gefässgeflechten (welche er irrthümlich, wie wir später sehen werden, als zwei in die Leibeshöhle ragende Anhänge des Herzens schildert) »Contractionen und Dilatationen regelmässig abwechseln«.

An dem Peristom angekommen, setzt sich das Herzgeflecht fort in ein den Mund umkreisendes Gefäss oder Gefässgeflecht. Um dessen Lage und Verbindungsweise darzulegen empfiehlt es sich auf die geschichtliche Entwicklung, welche die Kenntniss der hier in Betracht kommenden Theile genommen hat, einzugehen.

TIEDEMANN[3] beschreibt zuerst einen oralen Ringcanal des Blutgefässsystems und lässt denselben mit dem Herzen in Zusammenhang stehen. Von JOH. MÜLLER[4] wurde die Existenz des Blutgefässrings bestätigt. GREEFF, der anfänglich[5] das von TIEDEMANN beschriebene Blutgefässsystem, ebenso wie schon vorher JOURDAIN[6], ganz in Abrede stellte, hat später[7] die TIEDEMANN'sche Angabe bestätigt, ebenso wie auch HOFFMANN, LANGE und TEUSCHER[8]. Danach sollte man glauben, dieser Punct sei genügend aufgeklärt. Wir werden aber im Folgenden sehen, dass dem nicht so ist, dass vielmehr der von TIEDEMANN beschriebene Blutgefässring, obschon vorhanden, in keinem Zusammenhang mit dem Herzen steht, also auch nicht mit demselben ohne Weiteres zu einem einheitlichen Organsystem gerechnet werden kann. Zunächst will ich versuchen mit Hülfe des umstehenden Holzschnittes (p. 120) auseinander zu setzen, welche Theile und unter welchen Bezeichnungen bisher als Blutgefässe des Peristoms beschrieben worden sind[9]. Der Holzschnitt stellt einen Schnitt durch das Peristom (in einem interradialen Bezirk desselben) dar. Der von TIEDEMANN beschriebene Blutgefässring

1) l. c. p. 51.
2) l. c. p. 21, 22.
3) l. c. p. 51.
4) Anatomische Studien über d. Echinodermen. MÜLLER's Archiv 1850. p. 120.
5) Erste Mittheilung. Sitzungsber. der Gesellsch. zur Beförderung d. gesammten Naturw. zu Marburg. Nr. 8. 1871.
6) l. c. p. 1008.
7) Zweite Mittheilung. Sitzungsber. Marburg. Nr. 6. 1872.
8) ll. cc.
9) Man vergleiche auch auf den Tafeln Fig. 16—21.

ist mit *J* bezeichnet. Ausser diesem Gefässringe erwähnt Tiedemann noch ein anderes gleichfalls den Mund umgebendes »orangefarbenes Gefäss«, dessen Höhlung den mit *E* bezeichneten Ringcanal darstellt, dessen äussere (bei Astropecten aurantiacus lebhaft orangefarbene) Wand aber wesentlich, wie das zuerst Joh. Müller erkannt hat, von dem Nervenringe *N* gebildet wird. Greeff fand, dass der Canal *E* zu



Schematischer Verticalschnitt durch das Peristom eines Seesterns (in der Richtung eines Interradius); *L*, Leibeshöhle, *Mh*, Mundhaut, *W*, Wassergefässring, *N*, Nervenring, *B*, Blutgefässring(geflecht), *J*, innerer, *E*, äusserer ovaler Perihämalcanal.

dem Nervenringe in demselben Verhältniss steht wie der von ihm als Nervengefäss bezeichnete Canalraum (auf diesen komme ich später zu sprechen) des Armes zu dem radiären Nerven. Er nennt in Folge dessen den Canal *E* den oralen »Nervengefässring« im Gegensatze zu dem Canale *J*, der von ihm oraler »Blutgefässring« genannt wird. Hoffmann [1]) unterscheidet die beiden Canäle als medialen (= *J*) und lateralen (= *E*) oralen Blutgefässring. Nicht gerade zur Klarheit trägt es bei, dass Teuscher [2]) die von Greeff für den Canal *E* gebrauchte Bezeichnung »Nervengefässring« auf den Canal *J* anwendet; für den Canal *E* aber führt Teuscher den Namen »Nervengefässkammerring« ein, weil man denselben als entstanden betrachten könne aus der Vereinigung der vordersten Kammern der radiären Nervengefässe (auf diese Kammern komme ich nachher zurück). Lange [3]), welcher diese Verhältnisse nur vorübergehend berührt, schliesst sich in der Auffassung der beiden Canäle Greeff an, nennt *J* den Blutgefässring und *E* die Fortsetzung der Canäle der radialen Nervenbahn.

Es findet sich nun aber ausser diesen beiden bisher besprochenen Canälen ein dritter Canal oder richtiger ein Canalsystem *B*, das den Mund umkreist; dasselbe liegt in der den Canal *J* von dem Canal *E*

1) l. c. p. 17—19.
2) l. c. p. 502.
3) l. c. p. 278. Fig. 17*a* u. 17*b*.

trennenden Membran. Es ist bisher entweder ganz übersehen oder nicht in seiner wahren Bedeutung erkannt worden. So erwähnt schon TIEDEMANN[1]) einen weissen Ring, der, wenn man das orangefarbene Gefäss (= $N + E$ in unserem Holzschnitt) entfernt habe, an dem äusseren Rande des oralen Blutgefässringes (= J) sichtbar werde. Durch einen sorgfältigen Vergleich der TIEDEMANN'schen Abbildungen und der entsprechenden Präparate von Astropecten aurantiacus habe ich mich überzeugt, dass der »weisse Ring« nichts Anderes ist als das uns hier beschäftigende Canalsystem B mitsammt der dasselbe in sich einschliessenden Membran. Auch die Notiz von GREEFF[2]): »An der inneren Wandung des oralen Gefässringes, in das Lumen desselben hineinragend, sieht man sehr häufig bei guten Durchschnitten eine wulstartige Verdickung, anscheinend mit einer inneren Höhlung. Dieser, also innerhalb des Gefässes liegende Strang oder Schlauch hängt möglicherweise mit dem kiemenartigen Organ, das neben dem Steincanal verläuft, zusammen«, kann nur auf das Canalsystem B bezogen werden. Endlich zeichnet auch TEUSCHER in seiner Fig. 25 an der Scheidewand zwischen seinem »Nervengefässkammerring« und seinem »Nervengefässring« zwei kleine in letzteren vorspringende wulstförmige Erhebungen, die indessen weder in seinem Texte noch seiner Tafelerklärung irgend eine Erklärung finden. Dieselben sind aber offenbar identisch mit der von GREEFF in der angeführten Stelle erwähnten »wulstartigen Verdickung«.

Den GREEFF'schen Angaben habe ich vor allen Dingen hinzuzufügen, dass man das in Rede stehende Gebilde B nicht nur sehr häufig, sondern stets an guten Durchschnitten sieht, dass man dasselbe auch an Horizontalschnitten durch das Peristom findet und sich demnach davon überzeugt, dass dasselbe ein continuirliches, den Mund umkreisendes Gebilde darstellt. Man erkennt ferner an solchen Schnitten, was sich übrigens auch bei grossen Exemplaren z. B. von Astropecten aurantiacus präpariren lässt, dass der Ring B sich mit dem Herzgeflecht (= kiemenartiges Organ GREEFF's) thatsächlich in Verbindung setzt, wie GREEFF nur vermuthete (Fig. 19). Auch die innere Höhlung des Ringes B ist wirklich vorhanden, aber sie ist meistens keine einfache, sondern man sieht auf demselben Querschnitt (von Asteracanthion rubens) gewöhnlich zwei oder drei Lumina neben einander. Dies Verhalten wird verständlich, wenn man sich an Horizontalschnitte durch das Peristom wendet oder wenn man eine Strecke weit die zwischen Canal J und Canal E gelegene Membran ausschneidet und sich so den Ring B von der Fläche zur Ansicht bringt (Fig. 18). Man erkennt dann, dass der-

1) l. c. p. 62, 63. Taf. IX, Fig. 2.
2) Zweite Mittheilung. p. 95.

selbe aus einer geringen Anzahl von Gefässen besteht, die sich bald mit einander vereinigen, bald sich theilen, mit anderen Worten, dass derselbe ebenso wie das Herz ein Gefässgeflecht darstellt. Auch hinsichtlich der Structur seiner Wandung und der zelligen Inhaltskörper, die häufig das Lumen dicht erfüllen, stimmt dies den Mund umkreisende Geflecht mit dem Herzen überein, von dem es herkommt. Wir haben in demselben also ein orales Ringgeflecht des Blutgefässsystems vor uns. In der Richtung eines jeden Armes giebt das Ringgeflecht einen in der Mittellinie der Ambulacralfurche verlaufenden Ast ab, den wir das radiäre Blutgefäss nennen und nachher noch einer genaueren Betrachtung unterwerfen wollen. Andere Zweige des Ringgeflechtes habe ich nirgends beobachtet.

Es fragt sich nun aber, in welchem Verhältniss der hier beschriebene Blutgefässring zu den beiden Canalräumen *J* und *E* steht, die bisher als orale Abschnitte des Gefässsystems beschrieben worden sind, sowie auch, welches die Beziehungen des Herzens und des schlauchförmigen Canals, der das Herz umgiebt, zu jenen beiden Canalräumen sind? Nach Tiedemann soll das Herz sich öffnen in den Canal *J*. Querschnitte (Fig. 19) aber zeigen, dass Tiedemann sich hier geirrt hat, dass vielmehr das Herzgeflecht durch den Canal *J* hindurch an die Scheidewand zwischen Canal *J* und *E* herantritt, nicht aber nur um wie Teuscher [1]) angiebt sich dort zu befestigen, sondern um in jener Scheidewand in der Gestalt des Ringgeflechts *B* den Mund zu umkreisen. Der schlauchförmige Canal aber, der das Herz sammt dem Steincanal umgiebt und wie ich oben zeigte, mit dem Herzen verwechselt worden ist, mündet in den Canal *J*, wie schon aus den Injectionsresultaten von Greeff und Hoffmann sehr wahrscheinlich geworden, zuerst aber von Teuscher [2]) auf anatomischem Wege sicher demonstrirt worden ist. Wie Fig. 19 zeigt, bin ich in der Lage Teuscher's Angabe durchaus bestätigen zu können. Wenn nun aber der schlauchförmige Canal nicht, wie besonders Greeff irrthümlich annahm, das Centralorgan des Blutgefässsystems ist, vielmehr mit dem wirklichen, in ihm gelegenen Centralorgan (dem Herzgeflecht) in gar keiner offenen Verbindung der Lumina steht, also auch überhaupt dem Blutgefässsystem nicht zugerechnet werden kann, so wird man auch den mit dem schlauchförmigen Canal, nicht aber mit dem Herzgeflecht oder dessen oraler ringförmigen Ausbreitung in Zusammenhang stehenden Canal *J* fernerhin nicht mehr als oralen Blutgefässring bezeichnen dürfen. Aber auch der Ringcanal *E*

1) l. c. p. 494.
2) l. c. Fig. 16.

steht in keinerlei offenem Zusammenhang mit dem Herzgeflecht oder dem oralen Ringgeflecht des Blutgefässsystems. Also kann auch er dem Blutgefässsystem nicht zugerechnet werden. Derselbe setzt sich fort in den Canalraum, welcher in den Armen zwischen Nerv und Wassergefäss liegt und von GREEFF[1]) und den späteren Forschern als Nervengefäss oder Nervencanal bezeichnet wird. Dieses sogenannte Nervengefäss der Arme wird durchzogen von einer verticalen Membran, welche eine Fortsetzung der den Ringcanal *J* von dem Ringcanal *E* scheidenden Membran ist. In ähnlicher Weise wie die letztere das orale, vom Herzgeflecht kommende Ringgeflecht des Blutgefässsystems in sich einschliesst, ist auch jene verticale Membran in dem sog. Nervengefäss der Arme die Trägerin eines Gefässes oder Gefässgeflechtes, welches in einem jeden Radius aus dem oralen Ringgeflecht sich abzweigt. Nur dieses in dem verticalen Septum der sog. Nervengefässe gelegene Gefäss gehört dem Blutgefässsystem an, was durch seine Verbindung mit dem Ringgeflechte, sowie durch seine Structur bewiesen wird. Es allein verdient also den Namen radiäres Blutgefäss, mit welchem wir es vorhin schon belegten. Es ist nicht immer ein einfaches Gefäss, sondern besteht namentlich bei den grösseren Arten aus einem Geflecht von zwei, drei und mehr sich bald verbindenden bald theilenden Gefässen, wie sich besonders leicht nahe an der Abgangsstelle vom oralen Ringgeflecht erkennen lässt (Fig. 18). In der Richtung zu jedem Füsschen geht von dem radiären Blutgefäss ein Seitenzweig ab, der in einer seitlichen Fortsetzung der verticalen Membran liegt. Diese seitlichen Fortsetzungen des verticalen Septums mögen quere Septa heissen (Fig. 16, 21). Wir können das Verhältniss der radiären Blutgefässe und ihrer Seitenzweige zu dem sog. Nervencanal oder Nervengefäss so ausdrücken, dass wir sagen: Eine Fortsetzung des Ringcanales *E* verläuft in den Armen dicht über dem Nerven und enthält in seinem Lumen einen Zweig des Blutgefässringes, das radiäre Blutgefäss, welches ebenso wie seine zu den Füsschen gehenden Seitenzweige durch membranöse Bildungen in seiner Lage fixirt wird. Der Canal *E* und der Canal *J*, sowie ferner der von *E* sich abzweigende radiäre Nervencanal stellen somit Räume dar, welche die Blutgefässe, das Ringgeflecht sowohl wie das radiäre Gefäss (oder Geflecht), umgeben; sie können also passend als perihämale Räume bezeichnet werden. Den Canal *J* nennen wir dann den inneren perihämalen Ringcanal, den Canal *E* den äusseren perihämalen Ringcanal und den radiären Nervencanal oder das Nervengefäss der Autoren den radiären Perihämalcanal. Wir

1) Zweite Mittheilung.

werden nachher sehen, dass diese Perihämalräume in letzter Instanz als Abschnitte der Leibeshöhle zu betrachten sind.

Der radiäre Perihämalcanal, sowie das darin gelegene radiäre Blutgefäss (oder -gefässgeflecht) verlangen noch einige Bemerkungen. Die erste nähere Beschreibung des radiären Perihämalcanals verdanken wir GREEFF[1]. Er giebt zunächst an, dass der radiäre Perihämalcanal durch eine senkrechte Scheidewand in zwei nebeneinanderlaufende Canäle getheilt ist. Diese Angabe wurde von HOFFMANN, TEUSCHER und LANGE bestätigt. GREEFF sah ferner, dass bei Asteracanthion rubens die senkrechte Scheidewand nach oben (dorsalwärts), vor ihrer Insertion an die dorsale Wand des radiären Perihämalcanals noch rechts und links eine Membran abgiebt, die quer durch das Lumen der rechten, resp. linken Hälfte des Perihämalcanals zieht. Er ist in Folge dessen der Meinung, dass durch die erwähnten Scheidewände der Perihämalcanal in vier Canäle getheilt würde, zwei grössere ventrale und zwei kleinere dorsale. HOFFMANN[2] aber stellt die Sache anders dar. Nach ihm setzt sich überhaupt das verticale Septum nicht an die dorsale Wand des Perihämalcanals fest, sondern fährt vorher in zwei Lamellen auseinander, die sich dann in der rechten und linken oberen Ecke des Perihämalcanals inseriren. Sonach wird der Perihämalcanal nach HOFFMANN durch die Septen nicht in vier, sondern nur in drei Räume getheilt, einen mittleren dorsalen und zwei seitliche ventrale. Während die GREEFF'sche Behauptung von der Existenz von vier Canälen, wie aus den gleich zu erwähnenden Untersuchungen von TEUSCHER und LANGE sowie meinen eigenen hervorgeht, sich auf richtige, aber unzureichende Beobachtungen stützt, liegen der HOFFMANN'schen Angabe falsche Beobachtungen zu Grunde; niemals findet man auf einem Querschnitt durch die Armrinne eines Asteracanthion rubens die von HOFFMANN[3] gezeichnete Dreitheilung des Perihämalcanals. Einen gemeinsamen Fehler haben GREEFF und HOFFMANN darin begangen, dass sie die von dem verticalen Septum abtretenden queren Septa sich durch die ganze Länge des Armes erstrecken liessen, während sie, wie LANGE und TEUSCHER zuerst nachgewiesen haben und ich bestätigen kann, nur zwischen je zwei Wirbeln sich finden, entsprechend den zu den Füsschen gehenden Seitenzweigen der radiären Blutgefässe sowie den in denselben Bezirken liegenden Seitenzweigen der radiären Wassergefässe. Man erkennt dies am leichtesten an horizontalen Schnitten durch den Arm (Fig. 22, 23)[4].

1) Zweite Mittheilung. p. 97.
2) l. c. p. 8.
3) l. c. Fig. 11, 12.
4) Vergl. auch LANGE's Fig. 4.

Zugleich erkennt man an solchen Schnitten, jedoch auch an Querschnitten (Fig. 37), dass das verticale Septum, wenigstens bei Asteracanthion rubens, in der Höhe des eingeschlossenen radiären Blutgefässes eine horizontale Verbreiterung besitzt, welche an der Basis der queren Septen an Breite zunimmt und wohl den Anlass zu der eben besprochenen Auffassung Greeff's und Hoffmann's gegeben hat. Wir wollen sie das horizontale Septum nennen (Fig. 16, 23, 37). Dasselbe befestigt sich nirgendwo an die seitlichen Wände des Perihämalcanals, bringt also auch keine Theilung desselben in gesonderte Canäle zu Stande. Es scheint nach den Abbildungen Teuscher's sowie auch nach meinen eigenen Untersuchungen bei manchen Arten gänzlich zu fehlen.

Nach Lange und Teuscher soll durch das verticale Septum bei Asteracanthion rubens eine vollständige Scheidung der rechten und linken Hälfte des radiären Perihämalcanals zu Stande kommen. Dem vermag ich indessen nicht ganz beizustimmen. Ich finde an einzelnen Stellen den dorsalen über dem eingeschlossenen radiären Blutgefäss gelegenen Theil des Septums durchbrochen von einer Oeffnung, mittelst deren die rechte und die linke Hälfte des Perihämalcanals mit einander in Verbindung treten können[1]; namentlich ist das der Fall in der Nähe des Peristoms (Fig. 16). Solche Durchbrechungen liegen aber stets zwischen den Abgangsstellen je zweier queren Septen, niemals unmittelbar darüber.

Nach Teuscher soll ferner durch die seitlichen queren Septen eine weitere Zerlegung einer jeden Hälfte des radiären Perihämalcanals in eine der Anzahl der Wirbel entsprechende Zahl von Kammern zu Stande kommen. Er nennt diese Kammern die Nervengefässkammern und dem entsprechend, wie oben schon erwähnt, den äusseren perihämalen Ringcanal den Nervengefässkammerring. Jene Kammerräume sind aber in Wirklichkeit nicht gänzlich von einander gesondert, sondern es sind die seitlichen sie begrenzenden Septa in näherer oder weiterer Entfernung von dem verticalen Septum, von der dorsalen oder ventralen Wand des Perihämalcanals losgelöst, wodurch eine Communication der hinter einandergelegenen Kammern ermöglicht wird. Uebrigens stehen mit der Behauptung Teuscher's von der völligen gegenseitigen Abgeschlossenheit der Kammern seine eigenen Injectionsresultate in Widerspruch; das eine Mal[2] sagt er, um zu beweisen, dass die Kammern bei Astropecten aurantiacus allseitig geschlossen seien, die in sie eingespritzte Injectionsflüssigkeit habe keinen Ausweg gefunden; gleich

1) Aehnliche Angaben macht Teuscher für Ophidiaster, Echinaster u. Asteriscus.
2) l. c. p. 500.

nachher aber[1]) giebt er an, dass sich die Kammern von dem schlauchförmigen Canal aus injiciren lassen. Man sieht an diesem Beispiel wiederum, wie wenig auf die Injectionsbefunde an und für sich zu geben ist.

Der radiäre Perihämalcanal ist nach dem Erörterten ein zwischen radiärem Nerven- und radiärem Wassergefäss gelegener Hohlraum, der von membranösen Scheidewänden durchsetzt ist, aber niemals durch dieselben in seiner ganzen Länge sei es in neben einander, sei es in hinter einander gelegene abgeschlossene Räume zerlegt wird, sondern durch hier und dort stattfindende Unterbrechungen jener Septen stets seine einzelnen Abtheilungen in Communication erhält und dadurch den Character eines wesentlich einheitlichen Raumes nicht aufgiebt. Die Septen dienen zur Befestigung des in ihnen gelegenen radiären Blutgefässes und seiner Seitenzweige.

Das radiäre in dem verticalen Septum gelegene Blutgefäss haben Lange und Teuscher gleichzeitig aufgefunden. Teuscher nennt es »Centralnervengefäss«. Er fand es[2]) bei Astropecten, Luidia, Ophidiaster, Echinaster und Asteriscus, stellt seine Existenz aber bei Asteracanthion rubens und tenuispinus in entschiedene Abrede[3]). Aber gerade bei Asteracanthion rubens hat gleichzeitig Lange[4]) das betreffende Gefäss entdeckt, womit meine eigenen Beobachtungen in Einklang stehen. Demnach wird es wohl allen Asteriden ausnahmslos zukommen. Durch die schon oben hervorgehobene geflechtartige Beschaffenheit, welche das radiäre Blutgefäss häufig zu erkennen giebt, erklären sich die Angaben Teuscher's, dass bei Astropecten aurantiacus zwei »Centralnervengefässe« nebeneinander verlaufen, sowie seine Abbildungen Fig. 11 und 12, in denen er von Echinaster sepositus gleichfalls zwei »Centralnervengefässe« zeichnet.

Die seitlichen Zweige des radiären Blutgefässes lassen sich bis an die Basis der Füsschen verfolgen; wie sie sich dort weiter verhalten, habe ich bis jetzt noch nicht erkennen können. Der perihämale Canalraum aber, welcher die seitlichen Zweige des radiären Blutgefässes umgiebt, gabelt sich an der Basis des Füsschen, die beiden Gabeläste umgreifen die Füsschenbasis und vereinigen sich dann wieder auf der entgegengesetzten, dem Rande der Ambulacralfurche zugekehrten Seite derselben. Dort treten die Perihämalcanäle, die aber dann schon ihren Namen nicht mehr verdienen, da sie kein Blutgefäss mehr umgeben, in einen Canalraum ein, der am Rande der Ambulacralrinne den Arm

1) l. c. p. 501.
2) l. c. p. 499 sqq. Fig. 9—12.
3) l. c. p. 503. Fig. 13, 14.
4) l. c. p. 247. Fig. 2*a*.

durchzieht. Bei Betrachtung der Leibeshöhle werde ich auf diesen Canalraum zurückkommen müssen. Die radiären Blutgefässe der Crinoideen habe ich früher[1]) in Uebereinstimmung mit Greeff[2]) für homolog den radiären »Nervengefässen« der Asterien erklärt. Jetzt, nachdem wir erkannt, dass die »Nervengefässe« der Asterien nicht selbst Blutgefässe sind, sondern nur die wirklichen Blutgefässe umgeben, kann jene Homologie nicht mehr aufrecht erhalten werden. Es ist vielmehr bei einem Vergleiche der Verhältnisse, die wir hier bei den Asterien kennen lernten, mit den früher bei den Crinoideen besprochenen ersichtlich, dass das radiäre Nervengefäss der Crinoideen nur mit dem eigentlichen radiären Blutgefässe der Seesterne, nicht aber mit dem Perihämalcanal desselben verglichen werden kann. Um Missverständnisse zu vermeiden, empfiehlt es sich in Folge dessen auch bei den Crinoideen die Bezeichnung »Nervengefäss« ganz aufzugeben und statt dessen radiäres Blutgefäss zu sagen. Es besteht hinsichtlich der Lagerung des oralen Blutgefässrings und der radiären Blutgefässe ein Gegensatz zwischen den Crinoideen und Asteriden. Bei den Crinoideen sind nämlich noch keine Perihämalräume zur Ausbildung gelangt, weder im Umkreis des oralen Blutgefässrings noch der radiären Blutgefässe.

In ähnlicher Weise wie das Herzgeflecht an der ventralen Seite des Seesterns den oralen Blutgefässring und die daraus entspringenden radiären Blutgefässe abgiebt, verhält es sich an seinem dorsalen Abschnitte. Tiedemann[3]) beschreibt daselbst bei Astropecten aurantiacus in Zusammenhang mit dem Herzen folgende Gefässe:

1) einen dorsalen, der Körperwand anliegenden Gefässring; davon entspringen

2) zehn Gefässe zu den Geschlechtsorganen und

3) zehn Gefässe zu den radiären Blindsäcken des Darmes; ferner

4) zwei Gefässe zum Magendarm, welche vom Herzen dort, wo es in den dorsalen Gefässring eintritt, ihren Ursprung nehmen.

Mit Ausnahme der sub 3) angeführten Gefässe zu den radiären Darmblindsäcken sind die Tiedemann'schen Angaben von Greeff und Hoffmann bestätigt worden. Jene Gefässe zu den Darmblindsäcken werden von den letztgenannten Forschern mit Recht in Abrede gestellt. Greeff[4]) hat gezeigt, dass in diesem Puncte Tiedemann dadurch zu einer

1) I. p. 12, p. 87.

2) Ueber den Bau der Echinodermen. Vierte Mittheilung. Marburger Sitzungsberichte. Nr. 1. 1876. p. 27.

3) l. c. p. 19 sqq.

4) Dritte Mittheilung. p. 160 sqq.

irrthümlichen Auffassung gekommen ist, dass er die beiden Mesenterien (Fig. 38), welche einen jeden Darmblindsack an die dorsale Wand des Armes befestigen und zwischen sich einen, übrigens schon von SHARPEY[1]) richtig beschriebenen, canalartigen Raum lassen, für die Wandungen eines den Darmblindsack begleitenden Gefässes gehalten hat. Wir wollen diesen Raum Intermesenterialraum oder -canal nennen. SHARPEY giebt von demselben richtig an, dass er sich in der Scheibe in die allgemeine Leibeshöhle öffnet. Man kann sich von dieser Thatsache an grösseren Seesternen leicht schon mit unbewaffnetem Auge überzeugen.

Nach Berichtigung des TIEDEMANN'schen Irrthums bezüglich der Blinddarmgefässe bleiben als Haupttheile des dorsalen Abschnittes des Blutgefässsystems übrig: der dorsale Gefässring, die Genitalgefässe und die beiden Gefässe zum Magendarm, die wir einfach Darmgefässe nennen wollen. Die Anordnung derselben ist in der Fig. 25, welche überhaupt ein schematisches Bild des Blutgefässsystems der Seesterne giebt, dargestellt. Eine genauere Untersuchung auch des dorsalen Abschnittes des Blutgefässsystems hat mir nun aber gezeigt, dass hier ebenso wie in den weiter oben betrachteten ventralen Theilen des Blutgefässsystems die bis jetzt als solche aufgefassten Gefässe in Wirklichkeit nicht zum Blutgefässsystem gehören, sondern dass erst in ihnen die wahren Blutgefässe sich vorfinden. Oben zeigte ich, dass am Peristom und in den Ambulacralrinnen diejenigen Räume, welche den wahren mit dem Herzgeflecht in Zusammenhang stehenden Blutgefässring und die von demselben ausstrahlenden radiären Aeste zunächst umschliessen, es sind, welche bisher injicirt und als Blutgefässe beschrieben worden waren, dass die wirklichen Blutgefässe aber im Innern jener Perihämalcanäle aufgehängt sind. Ebenso verhält es sich nun auch in dem dorsalen Bezirke des Blutgefässsystems. Der dorsale Gefässring sowohl, als auch die Gefässe zu den Geschlechtsorganen und dem Darme sind nicht, wie die bisherigen Forscher annehmen, die eigentlichen Blutgefässe, sondern sie sind Perihämalräume, in deren Lumen sich das eigentliche von dem Herzgeflechte herkommende Blutgefäss befindet.

Der Perihämalcanal des eigentlichen dorsalen Blutgefässrings steht in Communication mit dem schlauchförmigen Canal, ebenso verhalten sich die Perihämalcanäle der beiden zum Darme tretenden Gefässe. Mit dem dorsalen perihämalen Ringcanal stehen dann wieder die Perihämalcanäle der zu den Generationsorganen tretenden Gefässe in Zusammen-

1) l. c. p. 37. Fig. 12. Diese Beobachtung SHARPEY's scheint GREEFF unbekannt geblieben zu sein.

hang. Aus dieser Verbindungsweise der dorsalen Perihämalcanäle erklärt sich denn auch, dass GREEFF, HOFFMANN und TEUSCHER vom schlauchförmigen Canal aus die Perihämalcanäle, die sie als Blutgefässe ansehen, injiciren konnten.

GREEFF[1]) giebt an, in dem dorsalen »Blutgefässring« (also unserem perihämalen Ringcanal) von Asteracanthion rubens einen lappigen Wulst gesehen zu haben, welcher von der der Leibeshöhle zugekehrten Gefässwand ausgeht und einen continuirlichen Strang darstellt, der das ganze Gefäss durchzieht und mit dem kiemenartigen Organ zusammenzuhängen scheint. Der lappige Wulst, von dem GREEFF hier spricht, ist offenbar identisch mit dem in dem Perihämalcanal festgelegten Blutgefässe. Letzteres lässt übrigens häufig, namentlich bei grösseren Arten, z. B. bei Astropecten aurantiacus, denselben geflechtartigen Bau erkennen, wie die Blutgefässe der Ventralseite und wird dann richtiger als dorsales Ringgeflecht des Blutgefässsystems bezeichnet. GREEFF spricht die Vermuthung aus, der »lappige Wulst« diene dazu, den Uebertritt der Geschlechtsproducte in das Blutgefässsystem (= unsere Perihämalräume) zu verhindern. Dass von einer solchen Function des »lappigen Wulstes« nicht im Entferntesten die Rede sein kann, wird aus der weiter unten folgenden Schilderung der Genitalorgane und ihrer Ausführungscanäle ohne Weiteres ersichtlich werden.

HOFFMANN und TEUSCHER scheinen den von GREEFF als »lappigen Wulst« beschriebenen wahren dorsalen Blutgefässring gar nicht gesehen zu haben; ebenso wie auch keiner der genannten Forscher die eigentlichen Genitalgefässe erkannt hat. Was als solche von ihnen injicirt und beschrieben wurde, sind wiederum nur Perihämalräume, die in ihrem Lumen das eigentliche Genitalgefäss beherbergen. Letzteres, auf dessen Verhalten zu den Geschlechtsorganen ich weiter unten zu sprechen komme, ist eine Abzweigung des dorsalen Blutgefässringes. Von diesem giebt schon TIEDEMANN an, dass er die sichelförmigen Bänder, welche in den Interradien die dorsale Körperwand mit der ventralen verbinden, durchbohrt. Auch für den wirklichen Blutgefässring, der ja von TIEDEMANN von dem umgebenden Perihämalcanal nicht unterschieden wurde, ist diese Angabe durchaus richtig, wie mir die Untersuchungen nicht nur von Astropecten aurantiacus, auf den sich TIEDEMANN's Mittheilungen beziehen, sondern auch von Asteracanthion rubens und Stellaster equestris gezeigt haben.

Da wo der dorsale Gefässring von dem Herzgeflechte entspringt, giebt letzteres zwei zuerst von TIEDEMANN bei Astropecten aurantiacus

1) Dritte Mittheilung. p. 167.

beschriebene Gefässe oder richtiger strangförmige Gefässgeflechte ab, welche in der Richtung nach dem dorsalen Centrum der Scheibe verlaufen und, bevor sie dieses erreichen, an die Wand des Magens treten, um sich dort in einer Weise zu verästeln, welche ich einstweilen noch nicht weiter verfolgt habe. Bei Asteracanthion rubens sind diese beiden Darmgefässgeflechte in ihrem Ursprungstheile weit stärker entwickelt als bei Astropecten aurantiacus und haben daselbst nicht eine einfach strangförmige, sondern eine unregelmässig gelappte Gestalt. Dieser auf der Oberfläche unregelmässig gekräuselte und gelappte Anfangstheil der beiden Darmgefässgeflechte bei Asteracanthion rubens ist von Greeff und Hoffmann, welche beide den auf jenen Anfangstheil folgenden feineren strangförmigen Abschnitt übersahen, als ein besonderes, frei in die Leibeshöhle hängendes drüsenförmiges Organ beschrieben worden. Greeff[1]) vermuthet den wirklich vorhandenen Zusammenhang mit dem Herzgeflecht, seinem »kiemenartigen Organ«, und hebt die Uebereinstimmung in der Structur hervor. Hoffmann[2]) hingegen hält eine Verbindung der beiden »drüsenförmigen Organe« mit dem Herzen für nicht wahrscheinlich, obgleich man sich schon durch Präparation unter der Loupe davon Gewissheit verschaffen kann. In Wirklichkeit sind die beiden von Greeff und Hoffmann discutirten drüsenförmigen Organe nichts anderes als die bei Asteracanthion rubens besonders stark entwickelten Anfangstheile der beiden, im Allgemeinen strangförmigen Darmgefässgeflechte. Teuscher[3]) behauptet durchaus irrthümlich, dass die Darmgefässgeflechte (die Tiedemann'schen »Venenstämme des Magens«) keine Lumina besitzen, sondern solide Stränge seien. Teuscher macht hier denselben Fehler, den er bezüglich des Herzgeflechtes begangen hat.

Ueber die Art und Weise wie das Herzgeflecht dorsalwärts endigt, äussert sich Hoffmann ganz unbestimmt. Er lässt es unentschieden, ob dasselbe blind endigt oder mit einer offenen Mündung in den schlauchförmigen Canal sich einsenkt[4]). Teuscher hingegen macht die bestimmte, aber falsche Angabe, dass sich das Herz »in die hervorragende Spitze des sichelförmigen Bandes« befestige[5]). Nachdem das Herzgeflecht (bei Asteracanthion rubens, Astropecten aurantiacus und Asterina pentagona) den dorsalen Gefässring und die beiden Darmgefässe abgegeben hat, tritt es mit seinem eigentlichen Endabschnitt in

1) Zweite Mittheilung. p. 99.
2) l. c. p. 16.
3) l. c. p. 504, 505.
4) l. c. p. 24.
5) l. c. p. 495.

die kleine Höhlung ein, welche die Ampulle der Madreporenplatte enthält und oben näher beschrieben worden ist. Das Herzende durchsetzt diese Höhlung (Fig. 9) und befestigt sich dann schliesslich in ihr und zwar in ihrem zumeist dem Centrum der Rückenhaut zugekehrten Theile (Fig. 10, 11). So weit meine Beobachtungen reichen, gehört derjenige Theil der Höhlenwandung, an welchem sich das Herz inserirt, nicht mehr der Madreporenplatte selbst an, sondern dem unmittelbar daran anstossenden Bezirke der Körperwand. Ob das Herz an dieser seiner Insertionsstelle Gefässe in die Körperhaut abgiebt, vermochte ich bis jetzt noch nicht zu constatiren.

Bei den Crinoideen[1]) sehen wir den dorsalen Abschnitt des Herzgeflechts, das ich dort vorläufig als dorsales Organ bezeichnet habe, an dessen Homologie mit dem Herzen der Asteriden aber ich nicht mehr den geringsten Zweifel hege, in das Perisom eintreten und daselbst nach Bildung des fünfkammerigen Organs Gefässe in den Stengel und Ernährungsstränge in das dorsale Perisom der Arme abgeben. Ein ähnliches Verhalten findet nach dem oben Mitgetheilten auch bei den Asteriden statt, wenigstens insofern als auch hier der dorsale Endtheil des Herzens in das Perisom eintritt. Ob es aber an diesem Endtheil des Herzens bei den Asteriden jemals zur Bildung eines fünfkammerigen Organs kommt, möchte ich nach meinen bisherigen Beobachtungen sehr bezweifeln. Es besteht demnach meiner Meinung nach zwischen dem dorsalen Endabschnitt des Herzens bei den Asteriden und Crinoideen nur eine allgemeine, keine specielle Homologie.

Am Schlusse dieses Capitels über das Blutgefässsystem der Seesterne verweise ich auf die Figur 25, welche eine Uebersicht über die Anordnung desselben giebt. Da diese Figur in vielen Puncten mit denjenigen Tiedemann's und Hoffmann's sich deckt, so ist es nöthig hervorzuheben, dass diese Uebereinstimmung sich eben nur auf die Anordnung des Gefässsystems bezieht. Durch die Unterscheidung zwischen den eigentlichen Blutgefässen und den sie umgebenden Perihämalräumen sind wir erst zu einer richtigen Auffassung des Blutgefässsytems der Seesterne gelangt. Obige Figur giebt die Vertheilung der wirklichen Blutgefässe, während Tiedemann wirkliche Blutgefässe und Perihämalcanäle durcheinanderwirft, Hoffmann's Abbildungen aber eigentlich nur die Vertheilung der Perihämalcanäle darstellen.

1) I. p. 61 sqq., p. 87.

Das Nervensystem.

Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung des Nervensystems der Asteriden besteht keine wesentliche Differenz unter den einzelnen Forschern. Alle geben an, dass das Nervensystem sich zusammensetzt aus einem Nervenringe, der sich, den Mund umkreisend, an dem peripheren Theile der Mundhaut befindet und fünf davon ausstrahlenden radiären Nerven, welche in der Medianlinie der Ambulacralrinnen verlaufen. Sobald es sich aber darum handelt, genauer zu entscheiden, welche von den an den genannten Stellen vorkommenden Gewebsschichten und Gewebselementen als nervöse zu betrachten sind, giebt sich die grösste Meinungsverschiedenheit kund.

Bevor ich die verschiedenen Ansichten, welche hierauf bezüglich geäussert worden sind, discutire, wird es zweckdienlich sein, die Theile, um die es sich hier handelt, genauer zu betrachten, zunächst ohne Rücksicht darauf, welche von ihnen etwa als Nerven anzusehen sind und welche nicht. Macht man feine Querschnitte durch die Ambulacralfurche eines Asteracanthion rubens, so bekommt man Bilder, wie sie besonders LANGE [1]) und TEUSCHER [2]) in den meisten Puncten richtig abgebildet haben. Man unterscheidet nach aussen (ventralwärts) von dem radiären Perihämalcanal eine auffallend dicke Substanzlage, welche sofort zwei Hauptschichten erkennen lässt, eine äussere zellige, die zugleich Trägerin eines gelblichen Pigments [3]) ist, und eine innere vorwiegend faserige. Wir wollen beide als Zellenschicht und Faserschicht auseinanderhalten. Nach den Seiten wird die Faserschicht, die im Uebrigen weit dicker ist als die Zellenschicht (Fig. 37), niedriger um bald ganz zu verschwinden. Sie stellt in einer jeden Ambulacralrinne ein bandförmiges Gebilde dar, welches in der Mittellinie der Rinne über (dorsalwärts von) der Zellenschicht verläuft. Die Zellenschicht selbst ist nur ein Theil des allgemeinen äusseren Körperepithels, wie daraus hervorgeht, dass sie sich rechts und links von der Mittellinie der Ambulacralrinne unmittelbar fortsetzt in die äussere Epithellage, welche die ganze übrige Rinne sammt den sich daraus erhebenden Füsschen überkleidet. Die Faserschicht aber stellt etwas Besonderes dar, das sich, wenn nicht als Abzweigung von ihr, an keiner anderen Körperstelle wiederfindet.

1) l. c. Fig. 2 *a*.

2) l. c. Fig. 17—19.

3) Dieses Pigment ist bei Astropecten aurantiacus orangefarben und hat Veranlassung zu der TIEDEMANN'schen Bezeichnung »orangefarbenes Gefäss« gegeben, dessen wahre Natur erst JOH. MÜLLER erkannt hat (l. c. MÜLLER's Arch. 1850. p. 120).

Die Z e l l e n s c h i c h t ist von einer festen, homogenen, glashellen Cuticula überkleidet und trägt im Leben Wimperhaare, die wahrscheinlich der Cuticula nicht unmittelbar aufsitzen, sondern durch feine Oeffnungen derselben hindurchtreten. Es spricht für das Vorhandensein solcher feinsten Oeffnungen, dass die Cuticula an abgelösten und von der Fläche betrachteten Partien stets ein fein punctirtes Aussehen hat. Die Zellen der Zellenschicht sind durchgängig höher als breit und haben ihren Kern in ungleicher Höhe, so dass man, obschon jede Zelle die ganze Schicht durchsetzt, auf Querschnitten anfänglich ein geschichtetes Epithel vor sich zu haben glaubt.

Die F a s e r s c h i c h t besteht aus zweierlei Elementen, welche indessen beide faseriger Natur sind. Die einen sind Fasern, die senkrecht auf die bindegewebige Membran (Fig. 37 *Bi*), welche die untere, ventrale Wand des radiären Perihämalcanals bildet, gerichtet sind; sie verlaufen also auf Querschnitten durch die Ambulacralrinne quer durch die ganze Dicke der Faserschicht. An Zerzupfungspräparaten, sowie auch an Schnitten ergiebt sich, dass diese Querfasern der Faserschicht mit den Zellen der Zellenschicht in Verbindung stehen, dass sie nichts anderes sind als stabförmige Verlängerungen jener[1]. Die anderen gleichfalls faserigen Elemente der Faserschicht sind Längsfasern; sie verlaufen in der Längsrichtung des Armes und rechtwinklig zu den Querfasern; auf Querschnitten durch die Ambulacralrinne sieht man sie demnach im Durchschnitt in Gestalt runder Pünctchen und erst auf Längsschnitten giebt sich ihre faserige Beschaffenheit kund. Die Querfasern sind optisch und in ihrem Verhalten gegen Reagentien verschieden von den Längsfasern. Am auffallendsten ist die bedeutend stärkere Lichtbrechung der Querfasern. Morphologisch unterscheiden sie sich von den Längsfasern wesentlich dadurch, dass sie, wie schon gesagt, mit den Zellen der Zellenschicht in Zusammenhang stehen, während die Längsfasern niemals eine derartige Verbindung eingehen.

Die Zellen der Zellenschicht bilden also mit ihren den Kern beherbergenden Leibern eine subcuticulare Zellenlage und senden in Gestalt von Querfasern Fortsätze in eine auf die subcuticulare Zellenlage folgende Längsfaserschicht. Die Querfasern sitzen mit ihrem inneren, oft gabelig verbreiterten Ende der Bindegewebshaut des Perihämalcanals unmittelbar auf. Zwischen den Querfasern sieht man mitunter Kerne, von welchen es aber an den Querschnitten nicht leicht ganz klar wird, ob sie zu den Querfasern oder zu den Längsfasern in näherem Bezuge stehen. Stellt man aber nach längerer Maceration in doppeltchromsaurem Kali

1) Vergl. darüber die Abbildungen von LANGE l. c. Fig. 7, deren Richtigkeit ich nach meinen Beobachtungen nur bestätigen kann.

Zerzupfungspräparate der Faserschicht her, so gelingt es nicht nur Querfasern, sondern auch Längsfasern eine lange Strecke weit zu isoliren und man überzeugt sich an solchen Präparaten, dass die vorhin erwähnten Kerne in den Verlauf der Längsfasern eingeschaltet sind. Die Kerne sind von einer geringen Protoplasmalage umgeben, welche in die Substanz der Fasern übergeht. Die Fasern müssen demnach als Ausläufer kleiner Zellen betrachtet werden. Mitunter zeigen die isolirten Längsfasern an der Stelle der Kerneinlagerung zugleich eine Theilung. Eine Verwechselung der Längs- und Querfasern in den Zerzupfungspräparaten lässt sich, abgesehen von dem stärkeren Glanze der Querfasern, dadurch vermeiden, dass man auf die Länge der Fasern achtet. Die Querfasern durchsetzen ziemlich geradlinig die Faserschicht, sind demnach niemals viel länger als Faser- und Zellenschicht zusammengenommen. Die Längsfasern aber lassen sich in viel grösseren Strecken isoliren und machen auch dann noch den Eindruck, als wenn ihre Enden abgerissen wären; ihre wirkliche Länge liess sich deshalb auch nicht sicher bestimmen.

Im Nervenringe finden sich dieselben Schichten wie in den radiären Nerven. Auch hier folgt auf die Cuticula eine Zellenschicht, von welcher Querfasern ausgehen, welche blassere Längsfasern zwischen sich aufnehmen. Letztere stimmen mit den Längsfasern der Ambulacralnerven vollständig überein und lassen sich an den Verbindungsstellen des Nervenringes mit den radiären Nerven leicht als Fortsetzungen jener erkennen. Sie verlaufen kreisförmig um die Mundöffnung; auf Querschnitten durch das Peristom bekommt man sie also im Querschnitt, auf Horizontalschnitten in ihrem kreisförmigen Verlaufe zur Ansicht.

Es fragt sich nun, welche von den beschriebenen Elementen als nervöse anzusehen sind, ob die Zellenschicht und die Faserschicht zusammen, oder nur die eine oder andere, oder nur ein Theil der einen oder anderen, oder ob endlich überhaupt die Nervenelemente in keinem der vorhin geschilderten Theile vorliegen, sondern wo anders zu suchen sind? Alle diese Möglichkeiten haben ihre Vertretung gefunden.

Greeff[1]) ist der Meinung, dass die Zellenschicht mit der Faserschicht zusammen den Nerven darstelle, eine Ansicht, welche er dann später auch auf die Crinoideen zu übertragen versuchte[2]). Da aber Greeff die beiden Schichten überhaupt nicht ganz scharf von einander unterscheidet und auch die sie zusammensetzenden Zellen und Fasern

1) ll. cc. Erste, zweite und dritte Mittheilung.

2) cf. l. p. 78. Dieselbe Ansicht hat auch Owsjannikow ausgesprochen in seinen Mittheilungen: Ueber das Nervensystem der Seesterne. Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg. T. XV. 1871. St.-Pétersbourg p. 310.

nicht genauer untersucht zu haben scheint, so ist seiner Meinung in diesem Puncte kein grosses Gewicht beizumessen; überdies findet sich in seiner Darstellung ein thatsächlicher Irrthum, der auf seine Auffassung des Nerven vielleicht nicht ohne Einfluss gewesen ist. Er beschreibt nämlich zwischen der Cuticula und der Zellenschicht ein plattes Epithel. Dieses Epithel ist, wie ich übereinstimmend mit LANGE und TEUSCHER versichern kann, keineswegs vorhanden. Da aber GREEFF ein solches Epithel gefunden zu haben glaubte und er über[1]) demselben eine aus Zellen und Fasern bestehende dicke Gewebslage fand, welche am Ende der Ambulacralrinne die Augenkegel in sich aufnimmt, so hielt er sich für berechtigt jene ganze Lage als Nerv anzusehen. Hätte er sich aber überzeugt gehabt, dass, woran jetzt wohl kein Zweifel mehr sein kann, sein subcuticulares Epithel nicht vorhanden ist, dass vielmehr die von ihm zum Nerven gerechnete Zellenschicht das eigentliche subcuticulare Epithel darstellt, so würde er gewiss Bedenken getragen haben, diese Zellenschicht, die nichts ist als ein Theil des äusseren Körperepithels, zum Nerven zu rechnen. Es ist nur eine Consequenz seiner irrthümlichen Auffassung des Ambulacralnerven, dass er die Zellenschicht, welche die Füsschen sowie den ganzen Körper überkleidet, als Nervenschicht bezeichnet. In allen diesen Gegenden ist das von ihm behauptete subcuticulare Epithel nicht vorhanden, sondern seine »Nervenschicht« ist die Matrix der Cuticula. Wenn ferner GREEFF sagt, die Flüssigkeit des perihämalen Canals (»Nervengefäss« GREEFF) sei in unmittelbarer Berührung mit der Nervensubstanz, so ist auch das ein Irrthum, denn zwischen beiden befindet sich eine kräftige Bindegewebsschicht, welche die ventrale Wand des Perihämalcanals darstellt; letztere ist überdies nach dem Lumen des Perihämalcanals hin mit einem später noch besonders zu erwähnenden Epithel überzogen.

HOFFMANN's Darstellung[2]) leidet an grosser Unklarheit, so dass es nicht möglich ist, alle Theile, von welchen er spricht, auf die oben geschilderten zurückzuführen. Die Nervensubstanz, und als solche bezeichnet er die ganze Lage, die über der Cuticula (über welcher er zunächst wie GREEFF ein thatsächlich nicht vorhandenes Plattenepithelium angiebt) bis zur Wand des Perihämalcanals sich erstreckt, soll sich nach ihm auch auf das verticale Septum theilweise fortsetzen — eine Angabe, die durchaus unrichtig ist. Nur die Querfasern der Faserschicht, die wohl identisch sind mit seinen »radiären Fasern«, scheint er als nicht nervös anzusehen.

1) = dorsalwärts.
2) l. c. p. 7 sqq.

Der nächste Autor über das Nervensystem der Asteriden ist LANGE[1]). Seine Angaben unterscheiden sich vortheilhaft von denjenigen seiner beiden Vorgänger dadurch, dass er eine durch eine gute Abbildung unterstützte, im Allgemeinen correcte Darstellung dessen giebt, was man an den Querschnitten durch die Ambulacralrinne sehen kann. Er bestreitet zunächst die Existenz des subcuticularen Plattenepithels, wie es von GREEFF und HOFFMANN behauptet worden ist. Dann beschreibt er den Bau der Zellenschicht und der Faserschicht und zeigt, dass die Elemente beider, obschon die Zellen der ersteren in Gestalt der Querfasern die letztere durchsetzen, keinen Zusammenhang mit einander haben. Er schliesst die Zellenschicht bei der Frage, wo die nervösen Elemente zu suchen seien, aus und das, wie ich glaube, mit vollem Rechte. Ein Gleiches thut er aber auch mit den Längsfasern und zwar deshalb, weil er keine zelligen Theile an ihnen finden könne und er ein nur allein aus Fasern bestehendes Nervensystem für ein Unding erachtet. Ich würde mich dem gewiss wie wohl jeder anschliessen, wenn die thatsächliche Basis der Argumentation, das Mangeln zelliger Elemente in der Längsfaserschicht, richtig wäre. Ich habe aber oben gezeigt, dass sich kleine Zellen in den Verlauf der Längsfasern eingelagert finden; also ist kein Grund mehr vorhanden, den Längsfasern die nervöse Natur abzusprechen. LANGE sucht den wirklichen Nerven an einer anderen Stelle. Bevor ich aber darauf eingehe, mögen noch die letzten Angaben, die wir über das Nervensystem der Asteriden erhalten haben, berücksichtigt werden.

TEUSCHER[2]) sieht in den Längsfasern die wesentlichen Elemente des Nerven und beschreibt ferner eine dicht über der Zellenschicht gelegene Zellenlage, die sich von ersterer unterscheiden soll; sie bestehe aus 0,004—0,006 Mm. grossen Zellen mit deutlichen Kernen. Er hält diese letzterwähnten Zellen für die eigentlichen Ganglienzellen, obschon er keinen Zusammenhang zwischen ihnen und den Fasern gesehen hat. Der Schilderung TEUSCHER's gegenüber bemerke ich zunächst, dass er hier wiederum, wie ich das schon in einem früheren Falle nachgewiesen habe[3]), Kerne als Zellen beschreibt. Seine Zellen sind bei Asteracanthion rubens die am meisten in der Tiefe der Zellenschicht gelegenen Kerne der Zellen dieser letzteren; seine Kerne die Kernkörperchen. Bei Echinaster sepositus hingegen hat er die in die Längsfasern eingelagerten Kerne gesehen, beschreibt sie aber gleichfalls nicht als Kerne, sondern als Zellen. Uebrigens begeht TEUSCHER auch in der Schilderung der

1) l. c. p. 250 sqq.
2) l. c. p. 505 sqq.
3) I. p. 9.

Zellenschicht, seiner »Hautschicht«, denselben Fehler, die Kerne als Zellen zu beschreiben. Ein gelungenes Zerzupfungspräparat hätte ihn vor diesem Irrthum bewahren können. Es wundert mich, dass LANGE in seiner Polemik gegen TEUSCHER diesen Irrthum des Letzteren nicht beachtet[1]. Ich stimme mit LANGE darin überein, dass die von TEUSCHER beschriebenen Ganglienzellen bei Asteracanthion rubens (nicht aber bei Echinaster sepositus) zu der Zellenschicht gehören und so wenig wie letztere überhaupt als nervöse Elemente betrachtet werden können.

Meine eigene Auffassung der Nervenelemente habe ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung über Crinoideenanatomie[2], sowie in der ausführlichen Abhandlung[3]) ausgesprochen, und es haben mich meine seither fortgesetzten Untersuchungen darin nur noch bestärkt. Ich halte die in der Faserschicht gelegenen Längsfasern mit den ihrem Verlauf hier und dort eingeschalteten kleinen Zellen einzig und allein für die Nervenelemente, betrachte also jene als Nervenfasern, diese als Nervenzellen. Die Querfasern haben bei ihrer von den Längsfasern durchaus verschiedenen Beschaffenheit nur die Bedeutung von faserförmigen Fortsätzen des Epithels, welche das Nervengewebe zwischen sich fassen. Wir haben also bei den Asteriden ein Nervengewebe, welches in seinen Elementen zwar keinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem äusseren Epithel des Körpers mehr erkennen lässt, aber doch noch seinen ectodermalen Ursprung dadurch verräth, dass es zwischen die innerste zu Fasern ausgezogene Lage jenes Epithels eingeflochten ist.

Diese Form des Nervensystems ist von Interesse für die allgemeine Frage nach der allmäligen Sonderung desselben im Thierreiche. Im Grossen und Ganzen können wir als sichergestellt annehmen, dass das Nervensystem der Metazoen in letzter Linie aus dem Ectoderm seinen Ursprung nimmt. Die verschiedenen Stadien die es von diesem Ursprunge bis zu seiner complicirten Gestalt bei den ausgebildeten höheren Thieren durchläuft, werden nicht nur bei den Embryonen dieser letzteren auftreten, sondern auch bei niederen Thieren als dauernde Zustände festgehalten werden. KLEINENBERG hat in seiner bekannten Abhandlung über Hydra[4]) zuerst gezeigt, dass ein solcher niedriger Zustand des

1) LANGE, Bemerkungen zum Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. Morphol. Jahrb. III. p. 452.

2) Göttinger Nachrichten 1876. Nr. 5. p. 107.

3) I. p. 78.

4) Hydra, Eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872.

Nervensystems in den Neuromuskelzellen dieses Thieres gegeben ist. Bei den Asteriden haben wir ein weiteres Stadium in der allmäligen Ausbildung des Nervensystems vor uns. Die Nervenelemente sind nicht mehr wie bei Hydra gleichzeitig Zellen des äusseren Körperepithels, sondern es hat sich eine Anzahl der letztern durchaus in nervöse Elemente umgewandelt, während die übrigen den epithelialen Character bewahrt und jene zwischen ihre inneren Ausläufer aufgenommen haben. Das nächste Stadium wäre eine völlige Abtrennung des Nervengewebes von der Ectodermschicht und Aufnahme desselben in die Substanz des unterliegenden Mesoderms, und auch dieses Stadium findet bei den Echinodermen seine Vertretung; denn bei Antedon Eschrichtii zeigte ich [1]), dass sich eine feine Bindegewebslamelle zwischen die Epithelzellen der Ambulacralrinne und den Ambulacralnerven einschiebt. Noch weiter schreitet die Sonderung bei den übrigen Echinodermen, indem das noch tiefer in das Mesoderm gerückte Nervensystem von einem Canalraum umgeben wird, der, wie ich in den späteren Abhandlungen dieser Studienreihe zeigen werde, in letzter Linie ein Theil der Leibeshöhle ist und passend als Perineuralcanal bezeichnet wird.

Die niedere Organisationsstufe des Nervensystems bei den Asteriden wie überhaupt den Echinodermen, giebt sich auch darin kund, dass es nirgendwo zu einer dichteren Ansammlung von Nervenzellen und damit zur Bildung ganglienartiger Nervencentren gekommen ist. Die Gleichartigkeit in dem Baue des oralen Nervenrings und der radiären Nerven ist eine so grosse, dass mir durchaus kein anatomischer Grund vorhanden zu sein scheint, die radiären Nerven als die eigentlichen Centra, den Nervenring aber nur als eine secundäre Commissur der fünf Nervencentra zu betrachten [2]). Auch entwicklungsgeschichtlich ist bis jetzt keine einzige Thatsache bekannt, die jene Auffassung rechtfertigte. Für die Haeckel'sche Hypothese der Abstammung der Echinodermen von stockbildenden Gliederwürmern, welche an jene Auffassung anknüpft, lassen sich, soweit zunächst die Asteriden und die Crinoideen in Betracht kommen, mit Bezug auf das Nervensystem keinerlei beweisende Momente weder aus der Anatomie noch aus der Entwicklungsgeschichte anführen. Aber auch physiologisch entbehrt jene Auffassung eines sicheren Fundaments, wie aus

1) I. p. 10, 11.

2) Diese Auffassung hat bekanntlich ihren Urheber in Joh. Müller, welcher die radiären Nerven geradezu als Ambulacralgehirne bezeichnete. (Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 18.)

den sich direct widersprechenden Experimenten von VULPIAN und BAUDELOT hervorgeht[1]).

Oben habe ich schon erwähnt, dass LANGE den Nerven an einer anderen Stelle der Ambulacralfurche sucht. Es verdickt sich nämlich besonders bei Asteracanthion rubens das Epithel, welches den radiären Perihämalcanal auskleidet, an der ventralen Wand des letzteren rechts und links von dem Ansatze des verticalen Längsseptums und bildet daselbst jederseits einen breiten, etwas gewölbten, in das Lumen des Perihämalcanals vorspringenden Zellwulst (Fig. 17, 20, 37 *Z*) (Zellenplatte LANGE). Diese beiden Zellwülste betrachtet LANGE als die eigentlichen Nerven des Seesternarmes. Zu dieser Ansicht ist er namentlich durch seine Befunde am radiären Nerven der Ophiuren geführt worden. Letztere, soweit er sie als indirecte Beweismittel benutzt, muss ich mir an dieser Stelle zu discutiren versagen, da ich später bei Veröffentlichung meiner eigenen Ophiurenuntersuchungen passendere Gelegenheit dazu haben werde. Was seine von den Asteriden selbst entnommene Beweisgründe anbetrifft, so sind es deren zwei: erstens die Verhältnisse am Augenbulbus, zweitens die Gestalt der Zellen der Zellwülste. Am Augenbulbus[2]) beschreibt LANGE[3]) dorsalwärts von der von mir als Nerv betrachteten Schicht eine Zellenmasse, welche er als Ganglienknoten betrachtet. Wenn diese Auffassung richtig wäre, so müsste doch irgend ein Zusammenhang dieses Ganglions mit den Augen bestehen. LANGE hat einen solchen aber nicht nachzuweisen vermocht, im Gegentheil giebt er selbst an, dass sich zwischen der die Augen bergenden Schicht

1) E. BAUDELOT, Études générales sur le système nerveux. Contribution à l'histoire du système nerveux des Echinodermes. Archives de zoologie expérimentale etc. I. 1872. p. 177—216. p. 212, 213.

2) Ueber das Auge und den Fühler der Seesterne möge man ausser den citirten Schriften von GREEFF, HOFFMANN, LANGE und TEUSCHER vergleichen:

1. EHRENBERG, Ueber die Akalephen des rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee. Abhandlungen d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1835. Berlin 1837. p. 181. Ueber die Augen der Seesterne. p. 244 sqq.
2. E. HAECKEL, Ueber die Augen und Nerven der Seesterne. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. X. 1860. p. 183. Taf. XI.
3. H. S. WILSON, The Nervous System of the Asteridae; with observations of the Structure of their Organs of Sense and remarks on the Reproduction of lost RAY'S. Transact. Linnean Society, London. Vol. XXIII. 1860. p. 107. Tab. XIII—XV.
4. C. METTENHEIMER, Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesterns etc. MÜLLER'S Archiv 1862. p. 210. Taf. V.
5. S. JOURDAIN, Sur les yeux de l'Asteracanthion rubens. Comptes rendus. T. 60. 1865. p. 103—105.

3) l. c. p. 271. Fig. 8.

und dem »Ganglion« eine bindegewebige Lamelle befindet. Aber auch einen Zusammenhang seines »Ganglions« mit den Zellwülsten des Perihämalcanals gelang es ihm nicht mit Sicherheit festzustellen und es sprechen auch hier seine eigenen Beobachtungen eher gegen seine Auffassung. Was den Bau der Zellwülste (Zellenplatten) anbelangt, so sollen ihre Zellen nach LANGE faserige Forsätze besitzen, welche unmittelbar auf der bindegewebigen Wand des Perihämalcanals (Fig. 37 *Bi*) eine besondere Faserlage bilden. Von der Anwesenheit einer derartigen Faserlage kann ich mich jedoch nicht überzeugen. Was ich von faserigen Elementen an jener Stelle auffand, erwies sich bei genauerem Nachforschen jedesmal als zur bindegewebigen Wand des Perihämalcanals gehörig. Der Zellenwulst selbst aber geht in meinen Präparaten stets continuirlich über in das Epithel, welches den ganzen Perihämalcanal auskleidet. Ich vermag in jenem Zellenwulst nichts anderes zu sehen, als eine locale Verdickung des Epithels des Perihämalcanals. Den LANGE'schen Auffassungen stehen aber auch noch andere Schwierigkeiten entgegen. Wenn die Zellenwülste die radiären Nerven des Seesterns sind, wie ist es dann zu erklären, dass sie zwischen je zwei Wirbeln durch die queren Septa des Perihämalcanals eine Unterbrechung erfahren? Wie erklärt es sich ferner, dass sie gar nicht bei allen Seesternen vorkommen? Ich vermisse sie z. B. bei Echinaster fallax und Luidia maculata.

Die Generationsorgane.

Die Lage und Gestalt der Generationsorgane ist im Allgemeinen bekannt; in jedem Interradius finden wir zwei Gruppen von Ovarial- oder Hoden-Schläuchen, welche rechts und links von der Mittellinie des Interradius liegen und bald auf die Scheibe beschränkt sind, bald sich mehr oder weniger weit in die Arme hinein ziehen. Die einzelnen Genitalschläuche haben das eine Mal, z. B. bei Astropecten aurantiacus, eine langgestreckte, das andere Mal, z. B. bei Echinaster fallax, eine kurze rundliche Gestalt. Die Schläuche einer jeden Gruppe hängen mit dem einen Ende frei in die Leibeshöhle der Scheibe oder des Arms herab, mit dem anderen Ende sind sie an die Körperwand befestigt. Diese Befestigungsstelle ist entweder für alle Schläuche einer jeden der zehn Gruppen eine gemeinsame und wir haben dann (bei fünfstrahligen Seesternen) zehn Genitalbüschel, oder aber es sind jener Befestigungsstellen in jeder der zehn Gruppen mehrere vorhanden. In dem letzteren Falle, der namentlich dann eintritt, wenn die Geschlechtsorgane sich weit in die Arme hineinerstrecken, z. B. bei Echinaster fallax,

liegen in jedem Arme zwei Längsreihen von Genitalbüscheln. Beide Fälle haben aber das Gemeinsame, dass stets alle Genitalschläuche einer jeden der zehn Genitalgruppen, mögen sie nun zu nur einem oder zu mehreren Büscheln vereinigt sein, von demselben Blutgefässzweige versorgt werden. Die Genitalschläuche sind mit andern Worten in einer dem Verlaufe der zehn Genitalblutgefässe entsprechenden Weise angeordnet, und wenn wir alle Genitalschläuche, die von einem Blutgefässe versorgt werden, als eine Einheit betrachten wollen, dann können wir bei den Asterien von zehn Ovarien oder eben so vielen Hoden sprechen. Wenn wir aber nur alle diejenigen Ovarialschläuche oder Hodenschläuche als ein einheitliches Organ darstellend ansehen wollen, welche eine gemeinsame Befestigungsstelle haben, dann erhalten wir zwei Gruppen von Seesternen: erstens solche, bei welchen jederseits von der Mittellinie eines jeden Interradius nur ein Ovarium (oder Hoden) liegt und zweitens solche, bei denen sich daselbst eine grössere Zahl findet[1]. Diese Auffassung wird auch durch die Anordnung der Ausführwege unterstützt, welche nicht den einzelnen Genitalschläuchen, sondern den Büscheln entsprechend vertheilt sind. Wir wollen also im Folgenden nicht die einzelnen Schläuche, sondern die ganzen Büschel als Ovarien oder Hoden bezeichnen, die Schläuche selbst aber Ovarialschläuche (Hodenschläuche) nennen[2]. Ovarialschläuche und Hodenschläuche gleichen sich, wie ja allbekannt ist, in ihrer äusseren Form so sehr, dass meist die Unterscheidung, ob man ein weibliches oder männliches Individuum vor sich hat, erst durch den Nachweis der Genitalproducte, Eier oder Samenfäden, ermöglicht wird. Demjenigen allerdings, der öfters Echinodermen untersucht hat, gelingt es auch an Weingeistexemplaren an der gewöhnlich gelblichen bis rothgelben Farbe die Ovarien von den weisseren Hoden zu unterscheiden.

Was den Bau der Genitalschläuche anlangt, so gleichen sich Hoden und Eierstöcke, wenn wir von der Verschiedenartigkeit

1) So unterscheiden auch Joh. Müller und F. H. Troschel (System der Asteriden. Braunschweig 1842. p. 134). Mit mehrfachen Genitalorganen sind nach ihren Beobachtungen versehen: Astropecten, Luidia, Oreaster, Culcita, Ophidiaster, Chaetaster, mit einfachen Genitalorganen: Ctenodiscus, Echinaster, Asteracanthion, Solaster, Asteriscus, Asteropsis, Pteraster, Astrogonium. Sie erblicken darin ein wichtiges Gattungsmerkmal, ob mit Recht dürfte indessen fraglich sein; denn ich finde, dass bei Echinaster fallax mehrfache Genitalorgane vorhanden sind, während Müller und Troschel bei dieser Gattung einfache Genitalorgane angeben (sie nennen die untersuchte Species nicht).

2) Bei Ctenodiscus fallen beide Bezeichnungen zusammen, denn bei dieser Gattung giebt es (cf. Müller und Troschel l. c.) jederseits vom interradialen Septum nur einen einzigen Genitalschlauch.

ihrer Producte absehen, durchaus. Es besteht die Wandung, welche aussen von dem Epithel der Leibeshöhle, innen aber von der Eier oder Samen bildenden Zellenlage bekleidet ist, aus zwei durch einen Zwischenraum getrennten Membranen. Dieser Zwischenraum ist die unmittelbare Fortsetzung des an die Basis des Genitalorgans herantretenden Blutgefässes. Mit anderen Worten: Das Genitalblutgefäss tritt in die Wandung der Genitalschläuche und erweitert sich dort zu einem den ganzen Schlauch umgebenden Blutsinus. Dieser Blutsinus ist, wie ich das namentlich an einem Weibchen von Echinaster fallax leicht beobachten konnte, hier und dort von feinen Fäden durchsetzt, welche die äussere Membran der Wandung des Genitalschlauches mit der inneren verbinden (Fig. 35). Aehnliche Fäden, welche den Blutraum durchsetzen, finden sich übrigens auch in den Genitalgefässen selbst (Fig. 30, 31, 35). Ich will hier auch nicht verfehlen, auf die sehr ähnlichen Verhältnisse bei den Crinoideen, wie ich sie früher[1]) beschrieb, aufmerksam zu machen. Eine deutliche, continuirliche Epithelauskleidung vermochte ich in dem Blutsinus ebensowenig wie an anderen Stellen des Blutgefässsystems der Asteriden zu sehen; nur vereinzelt sitzen Zellen der inneren Oberfläche des Blutsinus an. Die zelligen Inhaltskörper sind dieselben, welchen man auch sonst im Blutgefässsystem begegnet. Die äussere Lamelle der Wandung des Genitalschlauches schliesst in sich Muskelfasern ein, welche bei Asteracanthion rubens im Allgemeinen einen circulären Verlauf haben (Fig. 34). Bei den reifen Genitalorganen ist der Blutsinus, da er durch die Erweiterung, welche das innere Lumen der Genitalschläuche durch die reifen Eier- oder Samenmassen erfährt, zusammengedrückt wird, nicht immer so leicht zu sehen wie bei nicht geschlechtsreifen Thieren; indessen gelingt es mit einiger Geduld auch dann noch die äussere Membran von der inneren abzupräpariren.

Der Blutsinus in den Genitalschläuchen der Asteriden ist schon einige Male Gegenstand der Beobachtung und Besprechung gewesen. Der erste, welcher denselben gesehen hat, ist Greeff[2]) und ziemlich gleichzeitig hat auch Hoffmann[3]) einige Angaben über den Bau der Genitalorgane gemacht, welche zeigen, dass ihm der Blutsinus nicht unbekannt geblieben ist. Im Einzelnen aber bin ich, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, in den wesentlichen Puncten mit Greeff's und Hoffmann's Angaben nicht einverstanden. Auch Semper hat bei Scyta-

1) l. p. 29.
2) Dritte Mittheilung. p. 166.
3) l. c. p. 19, 20.

ster milleporellus den Blutsinus der Geschlechtsorgane beobachtet, wie ich einer von seiner philippinischen Reise herrührenden Notiz entnehme [1]).

Das innere Lumen der Genitalschläuche ist von einem Epithel ausgekleidet, welches die Eier oder Samenfäden aus sich hervorgehen lässt. Bezüglich der Entstehung der Eier aus den Epithelzellen der Ovarialschläuche sind meine neueren Beobachtungen wesentlich Bestätigungen meiner älteren, welche ich an einem anderen Orte veröffentlicht habe [2]). Hinsichtlich der Zusammensetzung der noch in den Ovarialschläuchen liegenden Eier will ich nicht unerwähnt lassen, dass während sich bei den übrigen von mir untersuchten Arten nur ein Keimfleck findet, der in seinem Innern eine Anzahl kleiner stark glänzender Körnchen oder Kügelchen beherbergt, die Eierstockseier des Echinaster fallax statt eines einzigen Keimfleckes einen verhältnissmässig grossen, das Keimbläschen fast ganz ausfüllenden Haufen von kleinen runden Keimflecken besitzen (Fig. 35). Das innere Epithel der Hodenschläuche erfährt bei den Seesternen eine beträchtliche Oberflächenvergrösserung in ähnlicher Weise, wie ich das früher von Crinoideen [3]) gezeigt und später noch von anderen Echinodermen mittheilen werde. Es bilden sich nämlich zahlreiche dünne Falten, welche von der Wand des Hodenschlauches in das Lumen hineinragen und mit dem samenbildenden Epithel überkleidet sind. Auf dem Querschnitte eines Hodenschlauches z. B. von Asteracanthion rubens erhält man in Folge dessen ein Bild, wie es Fig. 33 bei schwacher Vergrösserung wiedergiebt. Der Blutsinus der Wandung des Hodenschlauches ist zusammengedrückt und bei der angewandten Vergrösserung nicht deutlich sichtbar. Die Leisten des samenbildenden Epithels stehen sehr dicht nebeneinander und sind sämmtlich von annähernd gleicher Höhe. Der centrale freibleibende Theil des Lumens ist von einer Masse von dicht zusammengepressten reifen Samenfäden ausgefüllt. Die Aehnlichkeit mit dem Verhalten des Antedon rosaceus springt sofort in die Augen, wenn man diese Abbildung mit der früher von jenem Crinoideen gegebenen [4]) vergleicht.

Ueber die Wege, welche die Geschlechtsproducte nehmen müssen

1) Herr Professor Semper hatte die Güte mir einige seiner Reisenotizen zur Benutzung zu überlassen. Die oben angeführte ist von einer kleinen Skizze begleitet und lautet: »Die Geschlechtsfollikel sind in Säcke eingehüllt, die auf der äusseren Fläche wimpern; in diese hängen die eigentlichen Geschlechtsfollikel hinein, die sie bei stärkster Entwicklung fast anfüllen. Die Höhlungen der umhüllenden Säcke wimpern inwendig nicht«. Die Höhlung des den Geschlechtsschlauch umhüllenden Sackes ist, wie aus der beiliegenden Skizze hervorgeht, der Blutsinus.

2) Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874. p. 9.

3) I. p. 36.

4) I. Fig. 49.

um nach aussen zu gelangen, sind unsere Kenntnisse bis jetzt noch in einem sehr ungenügenden Zustande. Die ersten genauen Angaben über bestimmte Genitalöffnungen der Seesterne verdanken wir JOH. MÜLLER und F. H. TROSCHEL. In dem Anhange zu ihrem System der Asteriden [1]) geben diese Forscher an, sich bei Asteracanthion rubens und Solaster papposus von der Existenz äusserer Ausmündungsöffnungen der Geschlechtsorgane überzeugt zu haben. Bei Asteracanthion, wo sie schwerer zu beobachten seien als bei Solaster, »liegen in jedem Interradialraum des Scheibenrückens dicht am Abgang der Arme die Oeffnungen zweier Genitalschläuche; jede Ausmündung besteht aber nicht aus einem, sondern mehreren kleinen Poren«, wodurch sie die Gestalt einer Siebplatte annimmt. »Bei Solaster papposus liegen die beiden Siebplatten (eines jeden Interradius) ganz dicht zusammen in der Furche, welche von dem Theilungswinkel der Arme über die Scheibe fortläuft. An einigen Interradien fliessen beide Siebe ganz in eins zusammen und an anderen liegen sie verschoben hinter einander in derselben Furche. Jede Siebplatte enthält hier eine grosse Zahl von Oeffnungen.«

Wie wenig Beachtung diese Angaben gefunden haben, geht daraus hervor, dass noch neuerdings HOFFMANN [2]) behauptet, bestimmte Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane seien bei den Seesternen bis jetzt nicht entdeckt worden, wobei mir indessen unverständlich ist, dass derselbe Autor am Schlusse seiner Abhandlung [3]) von den »bei einigen Asteriden vorkommenden (allerdings von ihm nicht gesehenen) Genitalöffnungen« spricht. Bei Asteracanthion rubens vermochte er die Genitalöffnungen nicht aufzufinden und doch hatten gerade bei dieser Art MÜLLER und TROSCHEL dieselben entdeckt. HOFFMANN stellt dann ferner, indem er die MÜLLER–TROSCHEL'schen Angaben ganz unbeachtet lässt [4]), die völlig verfehlte und irrthümliche Meinung auf, es würden die Geschlechtsproducte durch die Madreporenplatte nach aussen entleert.

Aber nicht nur HOFFMANN, sondern auch GREEFF, welcher ziemlich gleichzeitig mit jenem Mittheilungen über die Genitalorgane der Seesterne machte [5]), hat die Angaben von MÜLLER und TROSCHEL übersehen.

1) l. c. p. 132 sqq. Fig. 2, 3, 4 auf Taf. XII.

2) l. c. p. 6.

3) l. c. p. 27.

4) Er citirt MÜLLER und TROSCHEL nirgends; eine literarische Unkenntniss, die um so weniger entschuldbar ist als die Angaben von MÜLLER und TROSCHEL sich in einem der gebräuchlichsten Handbücher reproducirt finden, woselbst auch eine Copie der MÜLLER-TROSCHEL'schen Abbildung der Siebplatten bei Solaster gegeben ist (BRONN, Classen u. Ordnungen d. Thierreichs. II. Actinozoa. p. 260. Taf. XXXIV, Fig. 7).

5) Dritte Mittheilung. p. 166.

Bezüglich der äusseren Genitalöffnungen erhielten unsere Kenntnisse durch Greeff keinerlei Zuwachs, denn er constatirt jene Oeffnungen an denselben beiden Arten, Asterac. rub. und Solast. pappos., auf welche sich die Beobachtungen jener beiden älteren Forscher beziehen. Neu aber ist bei Greeff die Behauptung, dass die Geschlechtsporen nicht direct in die Eierstöcke oder Hoden, sondern zunächst in den »vom analen Gefässring auf die Geschlechtsorgane übertretenden Gefässstamm« hineinführen. In letzteren münden dann nach Greeff auch die Geschlechtsorgane. So sollen die Genitalporen einen doppelten Zweck haben; sie sollen nicht nur der Ausfuhr der Geschlechtsproducte dienen, sondern auch eine directe Verbindung des Blutgefässsystems mit dem Seewasser ermöglichen. Im Folgenden wird der Nachweis geführt werden, dass diese Behauptungen Greeff's gänzlich unhaltbar sind.

Was zunächst das Vorkommen bestimmter Geschlechtsöffnungen betrifft, so führen mich meine eigenen Beobachtungen zu dem Schlusse, dass dieselben bei keinem Seesterne fehlen. Bei allen von mir untersuchten Arten, Asteracanthion rubens, Astropecten aurantiacus, Echinaster fallax, Asterina pentagona, Stellaster equestris, gelang es dieselben aufzufinden und ich vermag in Folge dessen nicht mich der Müller-Troschel'schen Ansicht anzuschliessen, dass es Seesterne gebe, bei welchen »die Geschlechtsorgane in die Leibeshöhle dehisciren und Eier und Samen durch irgend welche Oeffnungen der Körperhöhle ausgeführt werden«. Joh. Müller und Troschel behaupten, dass bei Astropecten jedenfalls besondere Geschlechtsöffnungen nicht vorhanden seien. Ich bin aber in der Lage sie auch hier an Querschnitten unzweifelhaft demonstriren zu können. Bei allen untersuchten Arten liegen die Genitalporen an denselben Gegenden der Körperhaut, an welche sich innen die Büschel der Genitalschläuche befestigen. Bei Solaster papposus, Asteracanthion rubens, Astropecten aurantiacus sind jedem Büschel entsprechend mehrere Genitalporen dicht neben einander gelagert (Siebplatte Joh. Müller und Troschel). Bei anderen Arten aber z. B. Asterina pentagona hat jedes Büschel nur einen einzigen Porus; es sind in diesem Falle auf dem ganzen Thiere nur zehn Genitalporen vorhanden. Wo wie bei Echinaster fallax sich weit in die Arme hinein Büschel von Genitalschläuchen finden, rücken auch die Poren auf die Arme. Danach ist das Vorkommen der Geschlechtsöffnungen auf den Armen von Brisinga [1]) nicht mehr so vereinzelt wie früher, als man bei keinen Asteroideen Genitalporen auf den Armen kannte.

Um nun die Beziehungen der erwähnten Geschlechtsöffnungen zu

1) G. O. Sars, Researches on the Structure and Affinity of the Genus Brisinga. Christiania 1875. p. 35.

den Geschlechtsorganen und das Verhalten der sie verbindenden Ausführungscanäle darzulegen will ich diese Theile bei einem weiblichen Exemplare von Asterina pentagona etwas genauer beschreiben (Fig. 26—32). Es schliesst sich bei diesem Seestern an den Geschlechtsporus (Fig. 28) ein Canal an, welcher die Körperwand durchsetzt und auf diesem Wege eine Ausweitung seines Lumens zeigt. An der inneren Seite der Körperwand angekommen, verläuft er eine Strecke weit dicht neben dem Genitalgefäss (Fig. 29) und mündet schliesslich in die Eierstocksschläuche ein (Fig. 31). Seine Wand und sein Lumen stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit Wand und Lumen der Eierstocksschläuche und eine Einmündung dieses Canals, der zweifellos den Eileiter darstellt, in das Genitalgefäss oder (wie Greeff annimmt) in den Perihämalcanal des letzteren findet thatsächlich nirgendwo statt. Es kann also auch dieser Eileiter nicht, wie Greeff will, den weiteren Zweck haben, Wasser in das Blutgefässsystem einzuführen.

Die Wand des Eileiters zeigt eine äussere feinlängsfaserige Schicht, von welcher ich es einstweilen unentschieden lassen muss, ob ihre Elemente muskulös sind oder nicht. In der Tiefe des inneren Epithels des Eileiters gewahrt man grosse einzellige Drüsen (Fig. 30, 31), die in ihrer Gestalt an die flaschenförmigen Drüsenzellen anderer Thiere erinnern. Ihr Hals ist sehr schmal und durchsetzt das Epithel; der Körper ist meist länglich geformt (0,03—0,04 Mm. hoch, 0,017 Mm. breit) und von heller homogener Beschaffenheit; der 0,0025 Mm. grosse rundliche, mit kleinem Kernkörperchen versehene Kern ist von einer geringen Menge körniger Substanz umgeben. Diese Drüsenzellen können keinen anderen Zweck haben als das Secret abzusondern, mit welchem die reifen Eier bei ihrer Ablage umhüllt werden. Eine Hüllschicht um die abgelegten Asterideneier ist schon mehrfach beschrieben, bis jetzt aber war in keinem Falle der Nachweis eines besonderen, jene Hüllschicht liefernden Drüsenapparates geführt. Ob die bei Asterina gefundenen Drüsenzellen des Eileiters bei den Asteriden eine weitere Verbreitung haben, oder ob sie nicht manchen Asteriden fehlen und dann etwa Zellen des Eileiterepithels als solche functioniren, ob ferner jene Drüsenzellen nur zur Zeit der Eiablage kenntlich werden, sonst aber nicht zur scharfen Ausbildung gelangen, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Bei den männlichen Thieren ist das Verhalten des Hodenausführungsganges, wenn wir von dem Mangel der Drüsenzellen absehen, ein ähnliches wie bei den Weibchen. Auch hier findet eine unmittelbare Verbindung des Hodens mit dem Ausführungsgange statt, nicht aber eine Einmündung des letzteren in Blutgefässe oder Perihämalräume.

Bei anderen Asteriden kehren mit unwesentlichen Modificationen dieselben Verhältnisse wieder, die soeben von Asterina pentagona geschildert wurden (z. B. Fig. 35 von Echinaster fallax). Der Ausführungsgang ist häufig sehr kurz, so dass die von den Genitalporen kommenden Canäle sogleich an der inneren Seite der Körperwand in die Geschlechtsorgane einmünden (Fig. 35). Auch wo mehrere Genitalporen nebeneinander liegen (z. B. Astropecten aurantiacus) münden alle einzig und allein in die Geschlechtsorgane. Die Zahl der Genitalporen ist bei den Seesternen bald eine geringe (zehn), bald aber auch eine weit grössere, steht aber in keinem bestimmten Verhältniss zu der Zahl der Genitalschläuche.

Vergleichen wir die bei den Asteriden geschilderten Verhältnisse der Generationsorgane und ihrer Ausführwege mit denjenigen anderer Echinodermen, so tritt uns in manchen Puncten eine beachtenswerthe Uebereinstimmung entgegen. Auf einige derselben habe ich oben schon hingewiesen. Hier möchte ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass auch bei den Crinoideen die Genitalöffnungen keineswegs in das Blutgefässsystem, sondern direct in die Genitalorgane führen. Dass das Gleiche auch bei den übrigen Echinodermen stattfindet, werde ich in den späteren Abhandlungen dieser Studienreihe nachweisen. Nur Eines möchte ich schon an dieser Stelle, der späteren ausführlichen Mittheilung vorgreifend, bemerken. So lange man glaubte, dass nicht alle Seesterne bestimmte Ausführungscanäle der Geschlechtsproducte besässen, sondern viele unter ihnen Eier und Samenfäden in die Leibeshöhle entleerten, aus welcher sie dann durch unbekannte Oeffnungen ausgeführt werden sollten, berief man sich für diese Auffassung auf das analoge Verhalten der Ophiuren; denn bei diesen schien es ausgemachte Thatsache zu sein, dass die Eier und Samenfäden durch Bersten der Geschlechtsorgane in die Leibeshöhle und aus dieser durch die sogenannten Genitalspalten nach aussen gelangten. Nach der allgemein geläufigen Auffassung, an welcher auch der neueste Untersucher der Ophiuren, Simroth [1]), festhält, sollen die Genitalspalten dieser Thiere direct in die Leibeshöhle führen und gleichzeitig sowohl Ausführwege der in die Leibeshöhle entleerten Geschlechtsproducte als auch Einfuhrwege des Seewassers in die Leibeshöhle darstellen. Eine genaue Untersuchung der Genitalspalten der Ophiuren hat mir nun

1) H. Simroth, Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens Sars. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XXVII, p. 417—485, Taf. XXXI—XXXV und Bd. XXVIII, p. 419—526, Taf. XXII—XXV. Auf andere Irrthümer und Missverständnisse dieser in ihrem zweiten Theile jeder wissenschaftlichen Methode entbehrenden Abhandlung werde ich bei einer späteren Gelegenheit einzugehen genöthigt sein.

aber gezeigt, dass dieselben keineswegs, wie man bisher fast allgemein angenommen hat, in die Leibeshöhle, sondern lediglich in tiefe Einsenkungen der Körperwand führen[1]). Die Genitalorgane entleeren ihre Producte auch nicht, wie angegeben wird, durch Ruptur in die Leibeshöhle, sondern jeder Genitalschlauch mündet mit einem ganz kurzen Ausführungsgange in jene Einsenkung des Perisoms. Bei einzelnen Arten liegt auch der in den Steincanal führende Porus in einer dieser Einsenkungen. Bei manchen Arten dienen die Einsenkungen als Bruträume, worauf die Angaben, die sich in der Literatur über lebendiggebärende Ophiuren finden, zurückzuführen sind. Jene Einsenkungen, in welche die Genitalspalten hineinführen, schlage ich vor, Genitaltaschen, bursae genitales, zu nennen.

Die Leibeshöhle.

Es soll die Aufgabe dieses Capitels sein, einige beachtenswerthe Verhältnisse der Leibeshöhle der Seesterne hervorzuheben.

Dieselbe ist ähnlich wie bei anderen Echinodermen von zahlreichen bindegewebigen Fäden und Strängen durchsetzt, welche zum Theil zur Fixirung einzelner Organe dienen und sich namentlich an den radiären Blinddärmen besonders entwickelt zeigen (sie bilden daselbst für jeden Blinddarm zwei Aufhängemembranen, die schon erwähnten Mesenterien), zum Theil aber auch, so insbesondere bei den abgeplatteten, fünfeckigen Seesternen z. B. Asterina, zu verkalkenden Verbindungssträngen zwischen dem dorsalen und ventralen Perisome werden. In letztere Kategorie gehören auch die sichelförmigen Bänder oder Interradialsepta. Dieselben befestigen sich meistens, so z. B. bei Asteracanthion, Astropecten, Echinaster, mit ihrem ganzen peripheren Rande an die Mittellinie der interradialen Körperwand. In anderen Fällen aber, so finde ich es z. B. bei Stellaster equestris, durchsetzen die dann nur sehr uneigentlich sogenannten sichelförmigen Bänder (auch dasjenige, welches den schlauchförmigen Canal, das Herz und den Steincanal umschliesst) allseitig frei die Leibeshöhle, indem sie sich nur an ihrem dorsalen und ventralen Ende befestigen.

Greeff[2]) hat zuerst auf ein C a n a l s y s t e m i n d e r K ö r p e r-

1) Nur Rathke scheint eine im Wesentlichen richtige Auffassung der Geschlechtsorgane und ihrer Ausführwege bei den Ophiuren gehabt zu haben, wie aus einer kurzen, fast vergessenen Mittheilung desselben hervorgeht: Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. Reisebemerkungen aus Skandinavien; in: Neueste Schriften der naturf. Gesellschaft zu Danzig. Band III, Heft 4. 1842. p. 116.

2) Dritte Mittheilung. p. 158 sqq., p. 160. »Die ganze Haut ist mit einem dichten bald lakunenartig, bald in einzelnen Canälen und Netzen verlaufenden Gefäss-

wand aufmerksam gemacht. Er betrachtet dasselbe als einen Theil des Blutgefässsystems, da er durch Injectionen den Zusammenhang desselben mit dem »Nervengefäss« nachzuweisen vermochte. Lassen wir zunächst für einen Augenblick die Frage, ob das Canalsystem der Haut zum Blutgefässsystem gehöre oder nicht, bei Seite und wenden wir unsere Aufmerksamkeit einstweilen nur auf die in Betracht kommenden Theile selbst. An Querschnitten durch die Körperwand, z. B. durch ein Stück der Rückenhaut der Arme, gewinnt man die Ueberzeugung, dass die Körperwand aus zwei Schichten besteht, einer dickeren, äusseren, welche je nach den Arten verschieden starke Verkalkungen in sich einschliesst, und einer weit dünneren, inneren, die bei den untersuchten Arten keine Verkalkungen besitzt. Die innere Lamelle lässt sich an Weingeistexemplaren von der äusseren überall, mit Ausnahme eines bestimmten Bezirkes, wovon nachher die Rede sein wird, ohne grosse Schwierigkeit ablösen. Untersucht man abgelöste Partien der inneren Lamelle genauer, so findet man, was übrigens schon bei der Ablösung selbst unter der Loupe beobachtet werden kann, dass von ihrer äusseren Seite kurze Stränge abgehen, welche sie mit der dicken Aussenschicht der Körperwand verbinden. Es besteht also zwischen den beiden Lamellen der Körperwand ein Zwischenraum, welcher von jenen Strängen durchsetzt und so in kleinere Räume getheilt wird, die in ihrer Gesammtheit das von Greeff aufgefundene Hautcanalsystem darstellen. Dass man eine dünne Membran von der Innenseite der Körperwand abpräpariren könne, hat schon Sharpey [1]) beobachtet, dessen Angabe ich der unverdienten Vergessenheit entreissen möchte [2]). Derselbe giebt darüber eine Abbildung, welche zugleich zeigt, dass er auch die Betheiligung der inneren Lamelle an dem Aufbau der sog. Kiemenbläschen nicht unbeachtet gelassen hat. In welcher Weise Letzteres geschieht, erkennt man am besten an Längsschnitten durch ein Kiemenbläschen und das umgebende Stück der Körperwand (Fig. 24, 35). Es ergiebt sich aus solchen Schnitten, dass jedes Kiemenbläschen aus zwei Membranen besteht, von welchen die eine eine Fortsetzung der an

system durchzogen, das, zunächst unter der weichen Hautschicht der Unterfläche (der Körperwand) sich ausbreitend, von hier aus alle Theile der Haut durchdringt. Die Nervengefässe (Ring und Radialcanäle) stehen mit diesem Hautgefässsystem in directer Verbindung, sie sind gewissermassen nur Theile desselben«.

1) l. c. p. 40. Fig. 21.

2) Ich glaube übrigens kaum nöthig zu haben, darauf hinzuweisen, dass die von Sharpey und mir unterschiedenen beiden Lamellen der Körperwand keineswegs identisch sind mit den beiden von Teuscher (l. c.) unterschiedenen Cutisschichten. Fast unglaublich aber doch wahr ist, dass Teuscher's äussere Cutisschicht von nichts anderem als dem äusseren Körperepithel gebildet wird.

der Basis des Kiemenbläschens plötzlich sehr verdünnten äusseren Lamelle, die andere aber eine Fortsetzung der inneren Lamelle der Körperwand ist. Löst man an irgend einer Stelle der dorsalen Körperhaut die innere Lamelle ab, so bleibt die innere Membran der Kiemenbläschen (wie SHARPEY richtig abbildet) in Zusammenhang mit derselben, indem sie die Form des Kiemenbläschens wiederholt. Der Zwischenraum *Z R* (Fig. 24) ist ein Theil des Raumsystems zwischen der äusseren und inneren Lamelle der Körperwand und verschwindet wenn das Kiemenbläschen ganz ausgestreckt und gleichzeitig prall gefüllt wird. Da wie schon HOFFMANN [1]) angegeben hat die Kiemenbläschen (bei Asteracanthion rubens) nur longitudinale Muskelfasern besitzen, so können diese wohl die Einziehung der Kiemenbläschen, nicht aber deren Ausstreckung bewirken. Letztere kann man sich nicht anders verursacht denken, als durch den Andrang der Leibeshöhlenflüssigkeit bei gleichzeitig erschlaffter Muskulatur der Kiemenbläschen. TEUSCHER hat neuerdings einen Schnitt durch ein Kiemenbläschen abgebildet [2]) und danach die beiden dasselbe zusammensetzenden Schichten gesehen; zu einem eigentlichen Verständniss des Aufbaues der Kiemenbläschen ist er aber nicht gelangt, wie daraus ersichtlich wird, dass er den Zwischenraum *Z R* unserer Fig. 24, obgleich er ihn abbildet, in Text und Tafelerklärung mit Stillschweigen übergeht.

Oben wies ich schon darauf hin, dass es einen bestimmten Bezirk giebt, in welchem es nicht möglich ist eine innere Lamelle von der Körperwand abzulösen. Es ist das der ganze Bereich der Armwirbel. Präparirt man von der dorsalen Partie eines Armes an dessen innerer Oberfläche, indem man ventralwärts vorschreitet, die innere Lamelle der Körperwand ab und gelangt man auf diesem Wege bis an die Wirbelfortsätze, so findet man, dass dort eine weitere Ablösung der inneren Lamelle unmöglich wird — so fest vereinigt sie sich mit den Wirbelfortsätzen. Um dies Verhalten zu erklären, muss ich an früher erwähnte Dinge anknüpfen. Bei der Betrachtung der radiären Perihämalcanäle sahen wir, wie Fortsetzungen derselben die Basen der Füsschen umgreifen und sich an deren äusserem Rande zu einem dem radiären Perihämalcanal parallel verlaufenden Längscanal vereinigen. Von diesen seitlichen Längscanälen [3]) der Ambulacralfurchen nun gehen Canäle aus, welche nach oben zwischen den Armwirbelfortsätzen hindurchtreten und so an die Innenseite der Leibeshöhle gelangen. GREEFF in-

1) l. c. p. 3.

2) l. c. Fig. 24. p. 512.

3) Dieselben sind identisch mit HOFFMANN's »radialen lateralen Nebenstämmen des Blutgefässsystems«.

jicirte dieselben von dem »Nervengefäss«, also unserem Perihämalcanal aus. Er sah sie an gelungenen Injectionen bei Betrachtung der inneren Seite des Armes beiderseits vor der Reihe der Armwirbel zwischen den einzelnen Kalkgliedern hervortauchen und sich dort in Verbindung setzen mit den Hautcanälen des Armes. Die radiären Perihämalcanäle stehen also in ihren Ausläufern in Verbindung mit dem Canalsystem der Haut und es findet diese Verbindung statt rechts und links von der Wirbelreihe eines jeden Armes an derselben Stelle, von welcher ich vorhin sagte, dass dort sich die innere Lamelle der Körperwand mit den Wirbeln fest verbinde. Die radiären Perihämalcanäle und die Canäle der Körperwand erweisen sich durch ihren directen Zusammenhang als Theile desselben Raumsystems. Dieses Canalsystem liegt ausserhalb des Bereiches der Armwirbel zwischen einer inneren und einer äusseren Lamelle der Körperwand, im Bereiche der Armwirbel aber liegt es, indem sich jene innere Lamelle der Körperwand mit den Armwirbeln verbindet, zwischen diesen und der bindegewebigen Membran (Fig. 37, *Bi*), welche unmittelbar auf den Nerven und das äussere Epithel der Ambulacralrinne folgt. Die Armwirbel unterscheiden sich in Folge dessen bezüglich ihrer Lage zu dem in Rede stehenden Canalsystem wesentlich von den Kalkplatten der Körperwand. Jene liegen nach innen, diese nach aussen von den Canalräumen. Wenn wir uns den Arm eines Seesterns ohne irgend welche Verkalkungen denken wollen, so besteht seine Wand ringsum aus zwei Lamellen, welche ein Raumsystem zwischen sich fassen. Beide Lamellen wollen wir uns ferner gleichmässig dünn vorstellen. Bei der überall bei den Echinodermen zu Tage tretenden Neigung zur Verkalkung kann es nun nicht Wunder nehmen, wenn in beiden Lamellen sich Kalkstücke ausbilden. In der inneren Lamelle geschieht das nur in der mittleren ventralen Partie des Armes und so entstehen die Armwirbel. In der äusseren Lamelle verhält es sich umgekehrt: nicht in dem mittleren ventralen Theile, wohl aber im ganzen übrigen Umkreis des Armes treten in ihr Verkalkungen auf; so entstehen die Randplatten sowie die übrigen Kalktafeln der Arme. Durch die Verkalkungen wird die Dicke beider Lamellen zunehmen, so dass dann schliesslich in dem Bereiche der Wirbel von innen nach aussen auf die dicke, verkalkte Innenlamelle das Canalsystem und dann die dünne Aussenlamelle, im übrigen Bereiche des Armes aber auf die dünne Innenlamelle das Canalsystem und dann die dicke verkalkte Aussenlamelle folgt. Die hier vorgetragene Ansicht vom Bau der Wandung des Seesternarmes ist schematisch dargestellt in Fig. 38, welche ich deshalb zu vergleichen bitte.

Dieselbe Auffassung gewinnt man nun auch, wenn man sich zur Betrachtung der Scheibe wendet. Auch dort stehen die perihämalen Räume mit dem Canalsystem der Haut in Zusammenhang. Da hier meine eigenen Beobachtungen nur Bestätigungen der Funde anderer Forscher sind und das Neue, was ich vorbringen will, nur in der Ausdeutung des Beobachteten liegt, so möge es gestattet sein, die Angaben jener wörtlich anzuführen, wobei ich die meiner Auffassung entsprechenden Erklärungen in Klammern beifüge. GREEFF[1]) giebt folgende Darstellung: »Von dem oralen Nervengefässringe (= vom äusseren Perihämalcanal) treten Seitenzweige ab, die in die Leibeshöhle eindringen. Von der Mitte jeder Seite des Nervenpentagons (= von dem Nervenringe in der Richtung eines jeden Interradius) geht ein Gefäss (= Canal, nicht Blutgefäss) ab, das in einem mit seiner Convexität nach innen und oben (= dorsalwärts) gerichteten Bogen die Kalkscheibe des Mundes durchbohrt und nach aussen und oben läuft. Auf der (inneren, dorsalen) Oberfläche des Munddiscus kommt es da hervor, wo in den Zwischenwinkeln der Arme die Scheibe mit der Rückenhaut (durch die sichelförmigen Bänder) verwächst. Hier tritt das Gefäss (= Canal) mit dem entsprechenden Gefäss der Geschlechtsorgane (= mit dem Perihämalcanale des Genitalgefässes) und durch dieses mit dem analen Gefässring (= dorsalen perihämalen Ringcanal) in Verbindung.« Ganz übereinstimmend lauten die gleichzeitigen Beobachtungen HOFFMANN's[2]). »Aus dem oralen lateralen Blutgefässring (= aus dem äusseren oralen Perihämalcanale) entspringen fünf Zweige, welche in die Körperhöhle eindringen und beiderseits von der Verwachsungsmembran (= von dem sichelförmigen Bande), durch welche die Rückenhaut mit dem Munddiscus verbunden ist, sich zu verzweigen scheinen. Wie diese Gefässchen (= Canäle) sich weiter verhalten, ist mir nicht vollkommen bekannt geworden. Theilweise scheinen sie an die Geschlechtsorgane zu treten (= als Perihämalcanäle der Genitalgefässe), theilweise auf der inneren Fläche der Körperhaut ein lacunenartiges Gefässnetz (= Hautcanalnetz) zu bilden.«

Wie sich also die radiären Perihämalcanäle nur als ein Theil eines allgemeinen Hautcanalsystems erwiesen, so auch die Perihämalcanäle der Scheibe. Der äussere orale Perihämalcanal, welcher selbst eine Fortsetzung der radiären Perihämalcanäle ist, steht durch interradiäre canalartige Fortsetzungen mit einem Canalsystem in Zusammenhang, welches sich zwischen der äusseren dickeren und inneren weit dünneren Lamelle der Scheibenwandung

1) Dritte Mittheilung. p. 159.
2) l. c. p. 19. Fig. 20, 23.

ausbreitet. Mit diesen Hautcanälen der Scheibe verbinden sich die perihämalen Canäle der Genitalgefässe, mit diesen wiederum steht der dorsale perihämale Ringcanal und damit endlich der schlauchförmige Canal in Zusammenhang. Der schlauchförmige Canal giebt nun wieder die Perihämalcanäle der beiden Darmgefässgeflechte ab und verbindet sich am Peristom mit dem inneren oralen Perihämalcanal[1]. Es gehört also auch der schlauchförmige Canal zu einem einheitlichen Canalsystem, welches den ganzen Seesternkörper umspinnt und in einzelnen seiner Abschnitte (die wir dann Perihämalräume nennen) die Blutgefässe meist mit Hülfe bindegewebiger Aufhängebänder (Septen) trägt. Der schlauchförmige Canal ist der Perihämalcanal des Herzgeflechtes.

Bei den Crinoideen[2] lernten wir einen Abschnitt der Leibeshöhle kennen, welcher der Körperwand dicht anliegt und den wir als circumviscerale Leibeshöhle von der durch den Eingeweidesack von ihr getrennten intervisceralen unterschieden. Ich bin der Meinung, dass das oben besprochene Canalsystem der Asteriden mit jenem circumvisceralen, nach aussen von dem Eingeweidesack gelegenen Abschnitt der Leibeshöhle der Crinoideen zu vergleichen ist, und demgemäss einen peripheren, zu schärferer Abgrenzung gekommenen Theil der Leibeshöhle darstellt. Zum vollen Beweise der Richtigkeit dieser Behauptung gehört allerdings noch der Nachweis, dass ähnlich wie bei den Crinoideen die circumviscerale und interviscerale Leibeshöhle an bestimmten Stellen in Communication stehen, so auch bei den Asteriden jenes Canalsystem irgendwo sich mit der Leibeshöhle verbindet oder doch in irgend einem Entwicklungsstadium in einer solchen Verbindung gestanden hat. Für die morphologische Zusammengehörigkeit jenes Canalsystems der Seesterne mit der Leibeshöhle sprechen aber auch schon jetzt verschiedene Puncte, so die Auskleidung beider mit demselben wimpernden Epithel, sowie ferner die Lage des Steincanals. Bei den Echinoideen, Holothurioideen und Crinoideen sehen wir die Steincanäle in der Leibeshöhle liegen, bei den Asterien aber in dem schlauchförmigen Canal; was liegt nun näher als den letzteren als eine Abspaltung der Leibeshöhle aufzufassen?

Ich hoffe, dass es mir gelingen wird auch entwicklungsgeschichtlich den Beweis für die Zusammengehörigkeit des besprochenen Canalsystems der Asteriden mit der Leibeshöhle derselben zu erbringen. Einstweilen aber möchte ich mich mit dem Gesagten begnügen und auch bis ich weitere Beweismomente für jene morphologische Ueber-

1) Vergl. das Capitel über das Blutgefässsystem und dessen Perihämalräume.
2) I. p. 53, 89.

einstimmung des Haut- und Perihämalcanalsystems der Seesterne mit der circumvisceralen Leibeshöhle der Crinoideen beigebracht habe, davon abstehen einen jener Homologie entsprechenden neuen Namen einzuführen. Ich behalte es mir aber ausdrücklich vor, meine Auffassung des Haut- und Perihämalcanalsystems auch auf andere Echinodermen zu übertragen und für eine Reihe von allgemeineren Fragen der Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der Echinodermen zu verwerthen. Im Zusammenhang mit dieser Auffassung werde ich insbesondere zu beweisen versuchen, dass nicht nur die Porencanälchen der Madreporenplatte, sondern auch die Genitalporen Umwandlungen der bei den Crinoideen in ihrer einfachsten Form erhaltenen, direct in die Leibeshöhle führenden Kelchporen darstellen und erst secundär sich mit dem Steincanal und den Genitalorganen in Verbindung setzen.

Uebersicht der Ergebnisse.

1) Die Porencanälchen der Madreporenplatte führen einzig und allein in das Wassergefässsystem (= in den Steincanal und die ampullenförmige Aussackung desselben).

2) Der Steincanal ist an seiner Verbindungsstelle mit dem Wassergefässring stets eine einfache Röhre, nach der Madreporenplatte hin aber erfährt er durch innere Faltenbildungen eine je nach den Arten verschieden grosse Differenzirung seines Baues.

3) Die von Greeff entdeckte Ampulle an der Innenseite der Madreporenplatte ist eine Erweiterung des Steincanals an dem aboralen Rande seiner Ansatzfläche an die Madreporenplatte.

4) Der von Teuscher beschriebene Ringmuskel des Wassergefässringes existirt nicht.

5) Bei Asteracanthion rubens und Astropecten aurantiacus (vielleicht auch bei anderen Arten) ist der erste Armwirbel entstanden aus der Vereinigung zweier Wirbel.

6) Die Tiedemann'schen Körperchen stehen nur mit dem Wassergefässring, nicht auch mit dem Blutgefässring (Semper) in Zusammenhang.

7) Längs- und Ringmuskulatur schliessen sich in den einzelnen Abschnitten des Wassergefässsystems gegenseitig aus.

8) Der von Jourdain entdeckte Ventilapparat an der Einmündungsstelle der Wassergefässe in die Füsschen und Füsschenampullen ist bei den Seesternen weit verbreitet.

9) Das von Greeff als neu beschriebene »kiemenartige Organ« ist identisch mit dem »Herzen« Tiedemann's.

10) Das Herz ist ein dicht zusammengedrängtes Gefässgeflecht und zeigt Contractionserscheinungen.

11) Das Herzgeflecht setzt sich fort in ein den Mund umkreisendes Gefäss oder Gefässgeflecht, dieses giebt fünf radiäre Gefässe oder Geflechte in die Arme ab.

12) Das orale Ringgeflecht liegt zwischen zwei (einem inneren und einem äusseren) perihämalen Ringcanälen. In ähnlicher Weise ist das radiäre Blutgefäss von einem Perihämalraume umfasst, dem radiären Perihämalcanal.

13) Die dorsalen Theile des Blutgefässsystems (dorsales Ringgeflecht, Genitalgefässe, Darmgefässe) sind gleichfalls von perihämalen Canälen umgeben.

14) Das Herz der Asteriden ist homolog dem dorsalen Organ der Crinoideen.

15) Zwischen dem dorsalen in das Perisom eintretenden Endabschnitte des Herzens der Asteriden und Crinoideen besteht eine allgemeine Homologie.

16) Sowohl im oralen Nervenringe als auch in den radiären Nerven besteht das Nervengewebe aus Fasern (Nervenfasern), in deren Verlauf Zellen (Nervenzellen) eingeschaltet sind und ist eingeflochten in die innere zu Fasern ausgezogene Schicht des äusseren Körperepithels.

17) Es ist kein triftiger Grund vorhanden, die radiären Nerven der Seesterne als Ambulacralgehirne aufzufassen.

18) In der Wandung der Genitalschläuche erweitert sich das Genitalgefäss zu einem Blutsinus, welcher aber weder mit dem Lumen der Genitalschläuche, noch mit der Aussenwelt in Zusammenhang steht.

19) Bei keinem der untersuchten Seesterne fehlen bestimmte Genitalöffnungen, an welche sich kürzere oder längere Ausführungscanäle (Eileiter, Samenleiter) anschliessen, welche direct in die Genitalschläuche einmünden.

20) Die herkömmliche Auffassung der Genitalspalten der Ophiuren ist eine irrthümliche; dieselben führen nicht in die Leibeshöhle.

21) Die Hautcanäle der Seesterne bilden mit den perihämalen Canälen, zu welchen auch der schlauchförmige Canal gehört, ein einheitliches Canalsystem, welches als ein Abschnitt der Leibeshöhle aufzufassen ist und sich mit der circumvisceralen Leibeshöhle der Crinoideen vergleichen lässt.

Göttingen, den 12. August 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 1—5. Ausgewählte Schnitte aus einer Schnittserie durch die Madreporenplatte von Asterina pentagona. 45/1. Der Schnitt Fig. 1 liegt am weitesten entfern von dem Centrum der Rückenseite des Seesterns.

P, Poren der Madreporenplatte,
Mp, Madreporenplatte,
St, Steincanal,
C, Herz,
H, Hohlraum des schlauchförmigen Canals,
WH, Wand des schlauchförmigen Canals,
KH, Kalkstücke der Haut,
KE, äusseres Körperepithel,
Am, Ampulle der Madreporenplatte.

Fig 6. Ein Abschnitt aus dem System der Steincanäle in Fig. 1 bei stärkerer Vergrösserung. 300/1.

J, inneres Epithel des Steincanals,
E, äusseres Epithel desselben,
K, verkalkte Bindegewebswand des Steincanals.

Fig. 7. Ein Porencanal der Madreporenplatte aus Fig. 1 bei stärkerer Vergr. 300/1.

P, Porus,
Pc, Porencanal,
St, Steincanal,
Mp, Madreporenplatte,
a, Uebergangsstelle des äusseren mit hohem Epithel ausgekleideten Abschnittes des Porencanals in den inneren, mit niedrigem Epithel versehenen,
b, Uebergangsstelle des letzteren in den wieder mit hohem Epithel ausgekleideten Steincanal.

Fig. 8. Ansatzstelle des Steincanals an die Madreporenplatte bei Asteracanthion rubens, von innen gesehen. 4/1. Die nach der dorsoventralen Achse des Seesterns gerichtete Wand des Steincanals ist weggeschnitten bis zu der Stelle, an welcher sie sich zur Bildung der Ampulle aussackt.

Fig. 9—11. Ansatzstelle des Steincanals an die Madreporenplatte bei Astropecten aurantiacus, von innen gesehen. 2/1. Erklärung siehe im Text.

Fig. 12. Ein Quadrant der äusseren Oberfläche der Madreporenplatte von Asteracanthion rubens um die Anordnung der Porenöffnungen im Grunde der oberflächlichen Furchen der Madreporenplatte zu zeigen. 12/1.

Fig. 13. Schema eines Sammelröhrchens der Madreporenplatte von Asteracanthion rubens von oben gesehen.

Fig. 14. Dasselbe von der Seite gesehen.

a, die innere Mündung des Sammelcanälchens in den Steincanal,
b, die sich in das Sammelröhrchen ergiessenden, von den äusseren Poren der Madreporenplatte kommenden Porencanälchen.

Fig. 15. Querschnitt durch die Madreporenplatte, Ampulle derselben und Herz von Asteracanthion rubens. 20/1.

P, Porenfurchen der Madreporenplatte,

Am, Ampulle der Madreporenplatte, drei Aussackungen derselben sind getroffen,

C, Herz. Die Hohlräume desselben sind nicht so deutlich zu sehen, wie es in der Figur angegeben ist.

Tafel VI.

Fig. 16. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens, dicht neben der Mittellinie eines Radius. 60/1. cf. Fig. 18.

W, der Wassergefässring,

Wr, das radiäre Wassergefäss,

B, der Blutgefässring,

J, der innere,

E, der äussere Perihämalcanal,

N, der Nervenring,

Nr, der radiäre Nerv,

Ep, das den Nerven in seine innere Faserschicht aufnehmende Epithel. cf. Taf. VIII, Fig. 37,

Mh, die Mundhaut,

Bi, Bindegewebsschicht,

VS, das verticale Septum,

QS, das quere Septum,

HS, das horizontale Septum des Perihämalcanals,

a, *a*, Durchbrechungen des verticalen Septums,

K^1, erster,

K^2, zweiter Wirbelkörper des Armes,

M^1 und M^2, die beiden zu K^1 gehörigen unteren Quermuskel,

M^3, der zu K^2 gehörige Quermuskel.

Fig. 17. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens in der Richtung eines Interradius. 60/1. cf. Fig. 18.

K, das interradiäre Kalkstück,

Mi, der interradiäre Muskel des Peristoms,

Z, verdickte Schicht des Epithels im äusseren Perihämalcanal. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 18. Horizontaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens im Bereich eines Radius und enes angrenzenden Interradius. 25/1. Die drei Pfeile bedeuten die Schnittrichtungen der Figuren 16, 17 und 21. Man sieht von innen also von der Dorsalseite auf den Schnitt.

Wd, die von der inneren Fläche gesehene Wand, welche den inneren und äusseren Perihämalcanal trennt und das orale Ringgeflecht des Blutgefässsystems trägt. cf. Fig. 21, 20, 16, 17,

Wd', dieselbe Wand in der Ebene des Schnittes von der Kante gesehen,

K^1a und K^1b, die beiden zu dem ersten Wirbelkörper K^1 (Fig. 16) gehörigen Wirbelfortsätze,

Wr, durch den Schnitt getroffene Ausbuchtung des radiären Wassergefässes zwischen je zwei unteren Quermuskeln. cf. Fig. 16, 21. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 19. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens um das Verhalten des Herzens und des schlauchförmigen Canals daselbst zu zeigen. 18/1.

C, Herz, setzt sich fort in den oralen Blutgefässring,

H, schlauchförmiger Canal, setzt sich in den inneren Perihämalcanal fort,

St, Steincanal, mündet in einem der nächsten Schnitte in den Wassergefässring. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 20. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens um den Zusammenhang der Canalräume des TIEDEMANN'schen Körperchens mit dem Wassergefässringe zu zeigen. 60/1.

T, das TIEDEMANN'sche Körperchen. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 21. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens. Die Schnittrichtung erhellt aus Fig. 18. 60/1.

BF, Blutgefäss zu dem Füsschen, in dem Querseptum gelegen,

PH, der Perihämalcanal des radiären Blutgefässes. cf. Taf. VIII, Fig. 37. Die Erklärung der übrigen Buchstaben siehe bei Fig. 16 und 18.

Tafel VII.

Fig. 22. Horizontaler Schnitt durch die Armrinne von Asteracanthion rubens, von der unteren, ventralen Seite gesehen. 25/1.

Wr, das radiäre Wassergefäss,

M, die unteren Quermuskel der Armwirbel.

Die punctirten Linien bezeichnen die seitlichen Fortsätze der Armwirbel, welche die Füsschen an ihrer Basis umfassen. Die Pfeile *a* bedeuten die Richtung der beiden inneren Füsschenreihen, die Pfeile *b* die Richtung der beiden äusseren Füsschenreihen.

Fig. 23. Ein auf den vorigen ventralwärts folgender Schnitt, gleichfalls von der ventralen Seite gesehen. 25/1. Man sieht die Anordnung der das radiäre Blutgefäss und dessen zu den Füsschen tretende Zweige bergenden Septa des Perihämalcanals, welch' letzterer durch den Schnitt geöffnet ist.

HS, das horizontale,

VS, das verticale Septum. Im Uebrigen vergl. Fig. 22.

Fig. 24. Schnitt durch ein eingezogenes Kiemenbläschen von Asterina pentagona. 110/1.

KE, äusseres Epithel des Körpers,

KH, Kalkstück der Haut,

LE, Leibeshöhlenepithel,

ZR, Zwischenraum zwischen den beiden Lamellen des Kiemenbläschens einerseits und der angrenzenden Haut anderseits.

Fig. 25. Schema des Blutgefässsystems der Seesterne, im Anschluss an ein Präparat von Astropecten aurantiacus.

Die sichelförmigen Bänder sind ihrer Lage nach mit |.......| bezeichnet.

Bd, das dorsale Ringgeflecht,

Bo, das orale Ringgeflecht,

C, das beide verbindende Herzgeflecht,

X, das dorsale in die Haut eintretende Endstück des letzteren,

BD, die beiden zum Darme tretenden Geflechte,

BG, die zehn zu den Geschlechtsorganen ziehenden Gefässe (Gefässgeflechte),

Br, die fünf radiären Gefässe (Geflechte), von welchen nur eins weiter ausgezeichnet und mit seinen zu den Füsschen gehenden Seitenzweigen *BF* versehen ist.

Fig. 26. Querschnitt durch ein Genitalgefäss *BG* und dessen Perihämalcanal *I* von Asterina pentagona. 180/1.

S, das sichelförmige Band,

LE, Leibeshöhlenepithel.

Fig. 27. Verticaler Schnitt quer zur Mittellinie eines Interradius von Asterina pentagona. 18/1.

KBl, Kiemenbläschen,

BG, Genitalgefäss,

S, sichelförmiges Band,

a, verkalkte Höcker der Körperoberfläche.

Fig. 28. Ein ebensolcher Schnitt, weiter nach der Peripherie der Scheibe gelegen. 45/1.

Links ist der Oviduct (*Od*, Fig. 29) in seinem Anfangsstücke, rechts in seiner äusseren Mündung getroffen,

GP, rechts der Genitalporus, links das Anfangsstück des Oviductes,

BG, *KBl* wie in Fig. 27.

Fig. 29. Ein ebensolcher Schnitt, noch weiter nach der Peripherie der Scheibe gelegen. 45/1.

KH, verkalkte Körperwand,

Od, Oviduct,

BG, Genitalgefäss.

Fig. 30. Ein Abschnitt der vorigen Figur bei stärkerer Vergrösserung. 180/1.

PH, der Perihämalcanal von

BG, dem Genitalgefäss,

E, Epithel des Oviductes,

D, Drüsenzellen desselben,

LE, Leibeshöhlenepithel,

Ep, Epithel des Perihämalcanals, ist an dem Genitalgefäss, dessen äussere Oberfläche gleichfalls davon überkleidet wird, nicht gezeichnet.

Tafel VIII.

Fig. 31. Schnitt durch den Eileiter und das Ovarium von Asterina pentagona, um den Zusammenhang beider Organe zu zeigen. 180/1.

KH, verkalkte Körperhaut,

PH, der Perihämalcanal von

BG, dem Genitalgefäss,

OW, die Wand des Ovariums,

OE, das innere Epithel des Ovariums,

O, Eier.

Man sieht, dass das Lumen des Eileiters (cf. Taf. VII, Fig. 30) sich unmittelbar fortsetzt in das Lumen der beiden durch den Schnitt getroffenen Ovarialschläuche.

Fig. 32. Schema über die Beziehungen zwischen Eileiter, Eierstock, Genitalgefäss und Perihämalcanal des letzteren bei Asterina pentagona. Der Eileiter führt in das Lumen des Eierstocks, der Perihämalcanal begleitet das Genitalgefäss bis zur Basis des Eierstocks um dort blind zu enden, während das Genitalgefäss selbst in die Wandung des Ovariums eindringt um dort einen das ganze Ovarium umfassenden Blutsinus zu bilden (vergl. Fig. 26—31).

GP, Genitalporus,

Od, Oviduct,

Ov, Ovarium,

BO, Blutsinus in der Wand des Ovariums,

BG, Genitalgefäss,

PH, Perihämalcanal des vorigen,

KH, Körperhaut,

KE, Körperepithel.

Die zum Blutgefässsystem gehörigen Theile *BG* und *BO* sind mit rothen Linien bezeichnet.

Fig. 33. Querschnitt durch einen Hodenschlauch von Asterac. rubens. 60/1.

a, die Wand des Hodenschlauchs, deren Blutsinus sehr eng ist und deshalb bei schwacher Vergrösserung nicht deutlich wird,

b, die leistenförmigen Erhebungen des samenbildenden inneren Epithels,

c, das Lumen füllende Samenmasse.

Fig. 34. Blindes Ende eines Ovarialschlauches von einem halberwachsenen Asteracanthion rubens. 180/1.

a, äussere Wand,

b, innere Wand des Ovariums. Zwischen beiden als ziemlich weiter Zwischenraum der Blutsinus.

Fig. 35. Schnitt durch den Oviduct und dessen Mündungsstelle in das Ovarium von Echinaster fallax. 85/1.

GP, Genitalporus,

Od, Oviduct,

KH, Körperhaut,

KE, Körperepithel,

BG, Genitalgefäss,

PH, Perihämalcanal desselben,

BO, Blutsinus in der Wand des Eierstocks,

OE, Ovarialepithel,

O, Ei, mit Keimfleckhaufen,

a, feinlängsfaserige Wand des Eileiters,

b, Uebergangsstelle der Eileiterwand in die Eierstockswand,

c, Mündung des Eileiters in den Eierstock,

d, äussere,

e, innere Wand des von feinen Fäden durchzogenen Blutsinus in der Ovarialwand.

Man erkennt den Zusammenhang zwischen dem Genitalgefäss und den Blutsinus (cf. Fig. 32). Rechts ist ein Kiemenbläschen angedeutet (cf. Taf. VII, Fig. 24).

Fig. 36. Querschnitt durch den Steincanal von Echinaster fallax. 110/1.

L, Lumen,

J, inneres Epithel,

K, verkalktes Bindegewebe,

E, äusseres Epithel.

Fig. 37. Aus einem Querschnitt durch die Ambulacralrinne von Asteracanthion rubens. 180/1.

E, Epithel, welches in

F, seiner inneren Faserschicht die nur bei *A* in ihren punctförmigen Querschnitten angedeuteten Nervenfasern umschliesst. Kerne der Nervenzellen, welche, wie Macerationspräparate lehren, in den Verlauf der Nervenfasern eingeschaltet sind, sind an mehreren Stellen deutlich,

C, Cuticula,

Bi, Bindegewebslage, welche unmittelbar auf die Nervenschicht folgt,

Bi', lockeres Bindegewebe um das radiäre, in der Figur nicht mehr angegebene Wassergefäss,

PH, Perihämalcanal,

Br, radiäres Blutgefässgeflecht (4 Lumina sind durch den Schnitt getroffen),

VS, verticales,

HS, horizontales Septum,

Z, verdickte Schicht des Epithels im Perihämalcanale (LANGE's Zellenplatte).

Fig. 38. Schema über den Bau des Asteridenarmes (vergl. auch den Text). Die äussere Wand des Armes ist im Vergleich zur inneren sehr viel zu dünn, die Theile, welche zur Ambulacralrinne gehören, verhältnissmässig zu gross gezeichnet. Diese und andere Abweichungen von den richtigen Grössenverhältnissen empfahlen sich im Interesse einer möglichsten Uebersichtlichkeit des Schemas. Das Schema stellt einen Querschnitt durch den Arm vor, dessen links von der punctirten Linie x—y gelegene Hälfte genau durch einen Armwirbel, dessen rechte Hälfte zwischen zwei Armwirbeln hindurchgehend gedacht ist. In der linken Hälfte ist der Blinddarm, in der rechten das Generationsorgan fortgelassen.

Buchstabenerklärung:

L, Leibeshöhle des Armes,

HK, Hautcanalsystem der Leibeshöhle,

KBl, Kiemenbläschen, nur eines angedeutet,

St, Stachel, durch welchen überhaupt die äusseren Erhebungen des Integumentes angedeutet sein sollen,

BD, Blinddarm an zwei Mesenterien hängend,

JM, Intermesenterialraum der letzteren,

GP, Genitalporus,

Ov, Ovarium (der Hoden der männlichen Thiere verhält sich ebenso),

Wr, radiäres Wassergefäss,

PH, Perihämalcanal, das radiäre Blutgefäss umschliessend,

Amp, Füsschenampulle,

F, Füsschen,

OR, obere,

UR, untere Randplatten.

Farbenerklärung:

Ectoderm { hellgelb, das Körperepithel,
ocker, der radiäre Nerv,

Entoderm { kobaltblau, Epithel der Leibeshöhle,
grün, Epithel des Wassergefässsystems,
indischroth, Epithel des Blinddarms,

Mesoderm { schwarz, das Bindegewebe und die Muskulatur,
zinnoberroth, das Blutgefässsystem.

Mit Indigo sind das Genitalepithel und die Genitalproducte bezeichnet, ihre Zugehörigkeit zum Entoderm oder Mesoderm ist einstweilen noch nicht sicher erkannt. Im Mesoderm ist die äussere Hautlamelle doppelt, die innere hingegen nur einfach schraffirt; die Randplatten sind Verkalkungen der äusseren, die Wirbel aber Verkalkungen der inneren Hautlamelle. Von der Muskulatur sind nur der obere und der untere Quermuskel der Wirbel in der linken Hälfte der Figur angedeutet.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Trichaster elegans.

Mit Tafel V.

Unter den Echinodermen der hiesigen Sammlung fand ich eine Euryalide, welche im Jahre 1867 von dem Naturalienhändler SALMIN in Hamburg acquirirt worden ist und nach der Etiquette aus der Bai von Bengalen stammt. Eine genauere Untersuchung des einzigen Exemplares, welche mir von dem Director der hiesigen Sammlung, Herrn Professor EHLERS, freundlichst gestattet wurde, ergab, dass ich eine neue Art der Gattung Trichaster L. Agassiz vor mir habe. Ich nenne dieselbe Tr. elegans und möchte sie in den folgenden Zeilen namentlich deshalb etwas näher beschreiben, weil sie einige bemerkenswerthe morphologische Verhältnisse darbietet. Da mir nur ein einziges Exemplar vorliegt und das Interesse der Sammlung möglichste Schonung desselben verlangt, so darf ich hoffen, dass der Unvollständigkeit der anatomischen Angaben gütige Nachsicht zu Theil werde.

Die Gattung Trichaster wurde von L. AGASSIZ[1]) begründet, indem er die LAMARCK'sche Form Euryale palmiferum[2]) wegen der Verschiedenheit in der Verästelungsweise der Arme von den übrigen Arten des LAMARCK'schen Genus Euryale (= Astrophyton Linck) abtrennte und zum Range eines besonderen Genus erhob. Diese Trennung wurde von den spätern Autoren allgemein anerkannt und man unterscheidet demnach bei der mit getheilten Armen versehenen Gruppe der Euryaliden zwei Gattungen: Astrophyton und Trichaster. Bei der erstgenannten Gattung sind die Arme von der Basis an getheilt, bei der letz-

1) L. AGASSIZ, Prodrome d'une monographie des Radiaires ou Echinodermes. Mém. de la soc. des scienc. nat. de Neuchatel. T. I. 1835. p. 193.

2) LAMARCK, Hist. nat. des anim. sans vertèbres. Paris. T. II. 1816. p. 539.

teren beginnen die Theilungen erst in einer grösseren Entfernung von der Basis. Während die Gattung Astrophyton (durch die neueren Forschungen, namentlich von LYMAN[1]) und LÜTKEN[2]) einen immer grösseren Reichthum an Arten erhalten hat — wir zählen deren jetzt bereits 21 —, ist die Gattung Trichaster auf sehr wenige Formen beschränkt geblieben. Zu der Art Tr. palmiferus, welche lange Zeit allein das Genus vertrat, ist meines Wissens bisher nur eine einzige neue Art hinzugekommen und selbst bei dieser lässt der Autor derselben, ED. VON MARTENS, die Möglichkeit einer Identität dieser Art mit Tr. palmiferus L. Ag. offen. Von einer zweiten neuen Art, Tr. Isidis, welche von DUCHASSAING[3]) aufgestellt worden war, hat LYMAN[4]) gezeigt, dass sie der Gattung Trichaster nicht zugerechnet werden kann, sondern der Repräsentant einer neuen Gattung, Astrocnida, ist.

Der von ED. VON MARTENS[5]) geäusserte Zweifel an der Verschiedenheit seines Tr. flagellifer von Tr. palmiferus scheint mir nicht begründet. Denn wenn wir die von v. MARTENS gegebene Beschreibung des Tr. flagellifer mit der MÜLLER-TROSCHEL'schen des Tr. palmiferus[6]) genau vergleichen, so ergeben sich doch hinreichende Unterschiede um beide Formen als verschiedene Arten anzusehen.

Die vorliegende neue Form, welche sich den beiden erwähnten Arten als eine dritte anreiht, giebt sich schon auf den ersten Blick als hierhergehörig zu erkennen: Die Arme sind in der für die Gattung charakteristischen Weise anfänglich ungetheilt; erst in grösserer Entfernung von ihrer Basis beginnen sie sich zu theilen.

Die Scheibe hat einen Durchmesser von 18 mm. Die Arme messen vom Centrum des Mundes bis zur ersten Theilung 60—75 mm[7]); von da

1) TH. LYMAN, Ophiuridae and Astrophytidae. Illustr. Catal. of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College. Nr. I. Cambridge, Mass. 1865.
— ibid. Nr. VIII. Zoological Results of the Hassler Expedition II. Ophiuridae and Astrophytidae. Cambridge, Mass. 1875.
— Ophiuridae and Astrophytidae, Old and New. Bull. Mus. Comp. Zool. etc. Vol. III. Nr. 10. Cambridge, Mass. 1874.

2) CHR. LÜTKEN, Additamenta ad historiam Ophiuridarum II. Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. 5. Räkke. 5. Bd. Kjøbenhavn 1859.

3) P. DUCHASSAING. Animaux radiaires des Antilles. Paris 1850. p. 4.

4) TH. LYMAN, Note sur les Ophiurides et Euryales du muséum d'histoire naturelle de Paris: Annales des scienc. nat. 5. sér. Zool. T. XVI. 1872. Article 4.

5) ED. VON MARTENS, Ueber ostasiatische Echinodermen. Archiv f. Naturgesch. 1866. p. 87.

6) J. MÜLLER und F. H. TROSCHEL, System d. Asteriden. Braunschw. 1842. p. 120.

7) Ich gebe hier immer die niedrigste und die höchste der gefundenen Zahlen an und bemerke dabei, dass diese Werthe nicht von allen Armzweigen ermittelt werden konnten, da einzelne derselben abgebrochen oder regenerirt waren.

bis zur zweiten 11—16 mm; von der zweiten bis zur dritten 10—19 mm; von der dritten bis zur vierten 5—18 mm; von da bis zur Spitze 3 bis 19 mm; ist eine vierte Theilung nicht vorhanden, so misst der Arm von der dritten Theilung bis zur Spitze 20—30 mm. An der Uebergangsstelle in die Scheibe hat der Arm eine Breite von 7,5 mm.

Die weiche Haut umhüllt Arme und Scheibe gleichmässig ohne irgend welche deutliche Granulationen zu besitzen, enthält aber überall sehr kleine, nur mit dem Mikroskop wahrnehmbare, maschige und ästige Kalkkörperchen, deren Spitzen nach aussen gerichtet sind. Die Rippen des Scheibenrückens treten zwar nicht scharf hervor, sind aber dennoch deutlich als niedrige gegen den Rand der Scheibe höher und breiter werdende leistenförmige Erhebungen zu erkennen. Die Arme sind etwas höher als breit und auf der Ventralseite abgeplattet. Wie sie an Dicke gegen die Spitze abnehmen, erhellt am besten aus der Abbildung. Sie verästeln sich drei- bis viermal ziemlich regelmässig dichotomisch. Ueber die Mitte der Dorsalseite der Arme verläuft eine sehr seichte Längsfurche, von welcher je einem Armgliede entsprechend rechts und links eine gleichfalls sehr seichte Querfurche entspringt, die an der Seite des Armes herabzieht und am Rande der abgeplatteten Ventralseite endet; durch diese Querfurchen erhält der ganze Arm ein schwach geringeltes Aussehen. Stacheln, wie sie bei Tr. palmiferus und Tr. flagellifer vorkommen, finden sich weder auf der Scheibe noch auf den Armen. An der adoralen Seite eines jeden Tentakelporus erhebt sich eine quere Hautfalte, welche nur an dem ersten Tentakelpaare eines jeden Armes fehlt. In dieser Hautfalte gewahrt man schon am zweiten Tentakelpaare eine kurze, stumpfe, kalkige Erhebung. An Stelle der letzteren findet man an den folgenden Tentakeln zwei an ihrer Basis vereinigte stumpfe Kalkstacheln, sogen. Tentakelpapillen. Weiter gegen die Spitze des Armes, etwa vom 30. Tentakelpaare an, wandeln sich die Tentakelpapillen zu hakentragenden, pedicellarienähnlichen Gebilden um. Die Mundpapillen sind sehr kurz und von unregelmässig conischer Gestalt; jederseits findet man in jedem Mundwinkel am Rande desselben 6—8. Die Zähne sind in der dorsoventralen Richtung abgeplattet und an der Spitze ein wenig abgestumpft; an jeder Mundecke bilden sie eine einfache Reihe von 7 Stück. Die Mundpapillen, welche weit einer sind als die Zähne, begleiten letztere rechts und links eine kurze trecke weit in den Vorhof des Mundes hinein. Besondere Mundschilder id nicht vorhanden. Die 1,5 mm langen Genitalspalten liegen in den nsatzwinkeln der Arme an die Scheibe; ihr Rand ist mit einigen kurzen rkalkten Papillen unregelmässig besetzt. Etwa in gleicher Höhe mit n unteren, ventralen, ein wenig convergirenden Enden je zweier zu

einem Interradius gehörigen Genitalspalten und genau in der Mitte zwischen ihnen liegt ein feiner Porus, welcher in einen Steincanal hineinführt; im Ganzen sind also fünf Poren mit fünf zugehörigen Steincanälen vorhanden.

In der eben gegebenen Beschreibung des Tr. elegans sind es zwei Punkte, welche ein weiteres Interesse haben und deshalb etwas ausführlicher besprochen werden sollen: erstens das Vorhandensein eines Steincanals und des zugehörigen Porus in jedem Interradius, zweitens das Vorkommen pedicellarienähnlicher Gebilde.

Während das mehr oder minder regelmässige Auftreten mehrfacher Madreporenplatten bei manchen Asterien allgemein bekannt und öfters besprochen worden ist[1]), scheint das gleiche Vorkommen bei manchen Euryaliden bis jetzt weniger Beachtung gefunden zu haben. Es ist eines der zahlreichen Verdienste, welche sich Lütken um die Kenntniss der Ophiuriden erworben hat, dass er zuerst darauf aufmerksam machte, dass es Euryaliden giebt, welche in jedem Interradius eine Madreporenplatte besitzen[2]). Er beschrieb dann[3]) dieses Verhalten bei zwei Arten, Astrophyton Caecilia Ltk. und Astrophyton Krebsii (Oerst.) Ltk. Später[4]) zeigte er, dass auch Astrophyton asperum Lam. fünf Madreporenplatten besitzt. Ferner fand dann Lyman bei Astrophyton spinosum Lym.[5]), sowie bei Astrophyton cacaoticum Lym.[6]), gleichfalls fünf Madreporenplatten. Da alle diese Arten nur nach einem einzigen oder wenigen Exemplaren aufgestellt sind, so können erst spätere Untersuchungen an reicherem Materiale darlegen, inwieweit die Fünfzahl der Madreporenplatte bei den erwähnten Arten constant ist; bis dahin scheint es mir verfrüht mit Lütken[7]) die Astrophytonarten nach der Einzahl oder Fünfzahl der Madreporenplatte in zwei Gruppen zu zerlegen, und dies um so mehr

1) Joh. Müller, Monatsber. d. kgl. Akad. zu Berlin. 1840. p. 105.
Ed. v. Martens, Archiv f. Nat. 1866. 1867.
R. Greeff, Marburger Sitzber. 1872.
Meine Bemühungen eine grössere Anzahl von Seesternen mit mehrfachen Madreporenplatten zur Untersuchung zu erhalten sind bis jetzt ohne Erfolg gewesen. Ich möchte deshalb mit diesen Zeilen die ergebene Bitte an meine Fachgenossen verbinden, mir etwa in ihrem Besitz befindliche Exemplare überlassen zu wollen.

2) Chr. Lütken, Additamenta ad hist. Ophiurid. I. Kongelige Danske Selskabs Skrifter. 5. Räkke. Bd. 5. Kjøbenhavn 1859. p. 14.

3) Addit. II. ibid. p. 259—260.

4) Addit. III. ibid. 5. Räkke. Bd. 8. 1869. p. 69, p. 106.

5) Th. Lyman, Illust. Cat. Nr. VIII. Hassl. Exped. II. 1875. p. 29, 30.

6) Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. III. Nr. 10. 1874. p. 250.

7) Addit. II. p. 257. Acceptirt von Ljungman: Ophiuroidea viventia huc usque cognita. Oefversigt af Kongl. Vetenskaps-Akad. Förhandlingar 1866. Stockholm. p. 335.

als durch LYMAN ein Exemplar von Astrophyton eucnemis M. Tr. beschrieben worden ist[1]), welches sich durch den Besitz von drei Madreporenplatten zwischen jene beiden Gruppen stellt.

Von jenen fünf bis jetzt bekannten Astrophytonarten mit fünf Madreporenplatten hatte ich Gelegenheit zwei, nämlich A. Caecilia und A. asperum durch eigene Anschauung kennen zu lernen. Bei der erstgenannten Art zählte ich an dem Exemplare unserer Sammlung auf jeder der fünf Madreporenplatten 15—20 Poren. Das mir vorliegende Exemplar von A. asperum erschwert durch die ungünstige Lagerung der Armzweige die Einsicht in die Randpartien der Scheibe. In Folge dessen konnte ich mich nur mit Mühe von dem Vorhandensein der fünf kleinen Madreporenplatten überzeugen. Jede Madreporenplatte scheint hier nur 2—4 Poren zu haben, jedenfalls aber ist die Anzahl der letzteren eine sehr geringe. Von Astrophytonarten mit nur einer Madreporenplatte konnte ich zwei, A. arborescens und A. Agassizii Stimps. untersuchen. Bei jener fand ich circa 80, bei dieser circa 250 Poren auf der Madreporenplatte. Es herrscht demnach bezüglich der Porenzahl der Madreporenplatte unter den Euryaliden eine beträchtliche Verschiedenheit sowohl bei nur einer Madreporenplatte als auch, wenn sich in jedem Interradius eine solche vorfindet. Es erinnert dies Verhalten an die wechselnde Zahl der Poren bei den Asterien und Crinoideen. Bei diesen beiden Gruppen ist der einfachste Fall der, dass nur ein einziger Porus vorhanden ist. So findet man bei jungen Seesternen auf der Madreporenplatte nur einen einzigen Porus. Bei Antedon rosaceus ist in jedem Interradius anfänglich auch nur ein Porus vorhanden, ein Verhalten, welches dauernd bei Rhizocrinus lofotensis festgehalten wird. Es ist nun bei Tr. elegans ein entsprechender einfachster Fall gegeben, indem wir auch hier in jedem Interradius nur einen einzigen Porus finden.

Nach innen schliesst sich an jeden Porus bei Tr. elegans ein Steincanal von etwa 0,15 mm Durchmesser an, welcher eine dicke verkalkte Wand, ein inneres 0,02 mm hohes Cylinderepithel und ein inneres Lumen von 0,06 mm besitzt. Eine innere Oberflächenvergrösserung durch Faltenbildung, wie bei Asterien, kommt in dem Steincanal von Tr. elegans nicht vor.

Im Umkreis eines jeden Porus ist bei Tr. keine besondere Kalkplatte, lie als Madreporenplatte zu bezeichnen wäre, ausgebildet. Wir können lso streng genommen hier auch nicht von einer Vermehrung der Madreorenplatte sprechen, sondern nur von einer Vertheilung der Wasser-

1) Illust. Cat. Nr. I. 1865. p. 182.

gefässporen auf alle fünf Interradien und einer entsprechenden Vermehrung der Steincanäle.

Vergleichen wir die Fälle, in welchen die in der Regel in einer besonderen Kalkplatte, der Madreporenplatte, gelegenen Wassergefässporen in mehr als einem Interradius, bei Asterien und Euryaliden, sich finden, so erscheint es beachtenswerth, dass bei den Euryaliden mit Ausnahme des oben erwähnten Exemplares von Astrophyton eucnemis alle fünf Interradien Wassergefässporen tragen und sich dadurch an die Crinoideen anschliessen, bei welch' letzteren indessen die Kelchporen nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit den Steincanälen stehen, sondern in die Leibeshöhle münden. In allen bis jetzt bekannten Fällen von Vermehrung der Madreporenplatte bei Asteriden aber erstreckt sich diese Vermehrung nicht über alle Interradien, sondern es bleibt stets eine geringere oder grössere Zahl von Interradien ohne Madreporenplatte.

Pedicellarien sind bis jetzt nur bei Echinoideen und Asteriden bekannt geworden; bei den übrigen Echinodermen und speciell bei den Ophiuriden sind derartige Organe noch nicht aufgefunden worden. Bei Tr. elegans kommen nun aber Gebilde vor, welche morphologisch zweifellos mit den Pedicellarien in eine Reihe gestellt werden müssen. Bevor ich dies näher zu begründen versuche, mögen die betreffenden Gebilde etwas genauer beschrieben werden. Etwa vom 36. Tentakelpaare an findet man an jedem Tentakelporus an der adoralen Seite desselben einen hakentragenden Stachel an Stelle der beiden Tentakelpapillen der vorhergehenden Tentakelporen. Jeder solcher Stachel besteht aus einem basalen Gliede: dem Stiele, und dem diesem an dem distalen Ende aufsitzenden Hakenapparat. Der Stiel (Fig. 4, 5) ist mit seinem proximalen Ende mit einem ventralen, seitlichen Fortsatz des Armwirbels gelenkig verbunden. Dieses Gelenk gestattet dem Stiel und damit der ganzen Pedicellarie sich auf die Oberfläche des Armes niederzulegen oder sich aufzurichten. An dem distalen Ende ist der Stiel weit complicirter gestaltet. Während sich an der adoralen Begrenzung des distalen Stielendes eine dünne Lamelle (*c*) erhebt, welche jederseits von einer ähnlichen etwas kürzeren seitlichen Lamelle (*b*) durch einen Einschnitt getrennt ist, ragen an dem aboralen Rande zwei runde Gelenkhöcker (*a*) mit gemeinschaftlicher Basis empor. Der Hakenapparat besteht aus zwei Haken, deren Form durchaus übereinstimmt. An jedem Haken unterscheiden wir (Fig. 6) einen oberen stärkeren und längeren und darunter einen schwächeren, kürzeren Hakenfortsatz; ferner ein an den kräftigen Schaft des Hakens sich ansetzende dünne Lamelle (*b*), welche ebenso wie die seichte Vertiefung (*c*) an der entgegengesetzten

Seite des Schaftes zum Ansatz der Muskeln dient; endlich eine Gelenkgrube (*a*), mit welcher der Haken einem der beiden Gelenkhöcker des distalen Stielendes aufsitzt. Zur Verdeutlichung der Verbindung zwischen Haken und Stiel möge die schematische Figur 7 dienen. Dieselbe zeigt das obere Ende einer Pedicellarie von der Seite gesehen, es ist deshalb nur einer der beiden Haken sichtbar; links ist die adorale, rechts die aborale Seite der Pedicellarie. Zur Bewegung des Hakens sind für jeden Haken zwei Muskeln angebracht, erstens ein kräftigerer Beugemuskel (*a*), welcher von der dünnen Lamelle des Hakens (*b* in Fig. 6) entspringt und sich seitlich von der adoralen Mittellinie des Stieles an dessen distalem Ende befestigt, zweitens ein schwächerer Streckmuskel (*b*), welcher in der seichten Vertiefung des Hakens (*c* in Fig. 6) entspringt und sich an der Aussenfläche der gemeinschaftlichen Basis der Gelenkhöcker dicht unter den letzteren ansetzt. Betrachtet man eine Pedicellarie von ihrer adoralen oder aboralen Seite, so sieht man, dass die beiden Haken nicht parallel sich auf den Gelenkhöckern erheben, sondern von ihrer Ansatzstelle aus divergiren (Fig. 8).

Vor dem 36. Tentakelpaare findet man an den Tentakelporen (mit Ausnahme der ersten) statt der Pedicellarie zwei verkalkte Tentakelpapillen, die sich auf einem nach der Scheibe hin allmälig kürzer und plumper werdenden Basalstücke erheben, welches selbst beweglich mit dem Seitentheile jedes Armwirbels verbunden ist. Die Tentakelpapillen unterscheiden sich von den Haken der Pedicellarien durch ihre Form, indem sie eine kegelförmige Gestalt haben. Von dem 30. bis etwa zum 36. Tentakelpaare findet man die Tentakelpapillen in deutlicher Umbildung zu den Pedicellarien. Die beiden Tentakelpapillen wandeln sich um in die beiden Haken, das Basalstück in den Stiel der Pedicellarie. Vom 36. Porus an finden wir dann die Pedicellarien in der vorhin beschriebenen Gestalt ausgebildet; gegen die Spitze des Armes werden sie zierlicher und schlanker. Die Pedicellarie am 36. Tentakelporus hat eine Gesammtlänge von 0,84 mm, wovon 0,59 mm auf den durchschnittlich 0,22 mm dicken Stiel und 0,25 mm auf den Hakenapparat kommen. Haken und Stiel sind bis auf den frei hervorragenden grossen Fortsatz des ersteren von einer dünnen Hautschicht überkleidet, welche gegen die Spitze des Armes hin frei von Kalkkörpern ist, gegen die Scheibe hin aber die auch sonst auf Arm und Scheibe in ihr vorkommenden ästigen und maschigen kleinen Kalkkörperchen besitzt.

Nachdem die Pedicellarien einmal bei Tr. elegans aufgefunden waren, lag es nahe auch bei anderen Euryaliden danach zu suchen. Bei den mir zur Untersuchung zugänglichen Astrophytonarten — Repräsentanten der beiden anderen Trichasterarten besitzt unsere Samm-

lung nicht — fand ich bei Astrophyton asperum ganz ähnliche Pedicellarien, während die Hakeneinrichtungen an den Armen von Astrophyton Caecilia, arborescens und Agassizii wohl erst bei einem grösseren Vergleichsmateriale sich auf die bei Tr. elegans und A. asperum gegebene Pedicellarienform werden zurückführen lassen. Für jetzt muss ich mich begnügen mit dem Hinweis, dass auch bei A. asperum die bei Tr. elegans aufgefundenen Pedicellarien vorkommen.

Es erübrigt mir noch den Nachweis zu führen, dass ich die eben beschriebenen Gebilde nicht mit Unrecht Pedicellarien genannt habe. Da wir über die Function der Pedicellarien der Echinoideen und Asteriden noch keineswegs genügende Aufklärung besitzen, so lasse ich den physiologischen Gesichtspunkt hier ganz ausser Acht und behaupte nur die morphologische Zusammengehörigkeit der beschriebenen Hakeneinrichtungen des Tr. elegans und des A. asperum mit den sogen. Pedicellarien. Letztere zeigen bei Echinoideen und Asteriden bei aller sonstigen Abweichung im Detail das Uebereinstimmende, dass sie aus zwei (Asteriden) oder drei (Echinoideen und Luidia unter den Asteriden) im Allgemeinen hakenförmigen Kalkgebilden bestehen, welche beweglich mit dem distalen Ende eines kürzeren (Asteriden mit 4 Füsschenreihen) oder längeren (Echinoideen) gleichfalls verkalkten Basalstückes verbunden sind, welches selbst wieder mit den Skeletstücken der Körperwand in beweglicher Verbindung steht; das Basalstück kann indessen ganz fehlen (bei den Asteriden mit zwei Füsschenreihen)[1]. Diese allgemeine Charakteristik einer Pedicellarie passt durchaus auf die beschriebenen Gebilde des Tr. elegans und des A. asperum. Im Einzelnen aber zeigt sich noch weitere Uebereinstimmung. So ist z. B. an den Zangenstücken der Echinoideen-Pedicellarien für den Ansatz des Beugemuskels ganz wie an den Haken des Trichaster eine verticale Platte entwickelt.

Während nun aber bei den Pedicellarien der Asteriden und Echinoideen die zwei oder drei Zangenstücke gegeneinander bewegt werden, bewegen sie sich bei Tr. elegans und A. asperum nicht gegeneinander, sondern nach derselben Seite hin; indessen ist ein Uebergang zu der Gegeneinanderbewegung der Zangenstücke darin gegeben, dass sie nicht parallel, sondern divergirend zu einander stehen. Das letzterwähnte Verhalten schliesst aber die betreffenden Gebilde des Tr. elegans und des A. asperum offenbar nicht von den Pedicellarien aus, sondern zeigt nur, dass wir es hier mit einer verhältnissmässig sehr einfachen und

1) Edm. Perrier, Recherches sur les Pédicellaires et les Ambulacres des Astéries et des Oursins. I. Annales des scienc. nat. 5. sér. Zool. T. XII. 1869. p. 197 bis 304. Pl. 17—18. II. ibid. T. XIII. 1870. Article 1. Pl. 2—6.

vermuthlich ursprünglichen Pedicellarienform zu thun haben. Für diese Auffassung spricht auch das, dass gerade bei dem Tr. elegans sich die Uebergangsstufen von einfacheren Kalkgebilden, den Tentakelpapillen, zu Pedicellarien erhalten haben.

Göttingen, 1. März 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 1. Trichaster elegans von der Dorsalseite; natürl. Grösse.

Fig. 2. Tr. elegans von der Ventralseite; natürl. Grösse.

Fig. 3. Winkel zwischen zwei Armen um die Lage und Form der Genitalspalten und zwischen letzteren einen Steincanalporus zu zeigen; 2/1.

Fig. 4. Stiel einer Pedicellarie von der aboralen Seite; *a, a,* die Gelenkhöcker; *b, b,* die seitlichen Lamellen; *d,* die Gelenkgrube des proximalen Endes; 200/1.

Fig. 5. Stiel einer Pedicellarie von der adoralen Seite; *b, b,* die seitlichen, *c,* die mittlere Lamelle; *d,* die Gelenkgrube des proximalen Endes; 200/1.

Fig. 6. Haken einer Pedicellarie; *a,* Gelenkgrube; *b,* Insertionsplatte für den Beugemuskel; *c,* Insertionsstelle des Streckmuskels; 320/1.

Fig. 7. Spitze einer Pedicellarie von der Seite gesehen, nur im Umriss gezeichnet; *a,* der Beugemuskel; *b,* der Streckmuskel.

Fig. 8. Spitze einer Pedicellarie von der aboralen Seite gesehen; *a,* Gelenkkopf; *b,* Haken.

Fig. 9. Eine Mundecke von dem betr. Mundwinkel aus gesehen; *1,* das innere, *2,* das äussere Mundfüsschen; *a,* die Zahnreihe; *b,* die Mundpapillen; 3/1.

Zur Kenntniss der Gattung Brisinga.

Mit Tafel XV und zwei Holzschnitten.

Seit der bekannten Abhandlung von G. O. SARS[1]), in welcher er die merkwürdige Gattung Brisinga in ausführlicher Weise behandelt, ist dieselbe nicht mehr Gegenstand einer genaueren Untersuchung gewesen, so wünschenswerth dies auch erscheinen musste angesichts der hohen Bedeutung, welche dieser Thierform für die vergleichende Anatomie und die Frage nach der Abstammung der Echinodermen beigelegt wurde. Es hat dies seinen Grund offenbar in nichts Anderem als in der grossen Seltenheit des Materials. Selbst einzelne der grössten Museen besitzen von Brisinga nichts oder höchstens ein einziges Exemplar, welches dem anatomischen Messer nicht geopfert werden kann. Da ich nun in der Lage bin eine Anzahl wohlerhaltener Stücke von Brisinga zergliedern zu können, so benutze ich diese Gelegenheit zu einer Prüfung und etwaigen Erweiterung der SARS'schen Beobachtungen und ich thue dies um so eher als ich durch das Ziel, welches ich mit meinen Studien an Echinodermen anstrebe, zu einer eingehenden Berücksichtigung der Brisinga geradezu gedrängt werde. Im Folgenden werde ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen, insoweit sie von den SARS'schen Befunden abweichen oder dieselben erweitern, mittheilen, sowie auch auf einige Punkte von allgemeinerem Interesse, so namentlich auf das Mundskelet der Asteriden und auf die systematische Stellung der Gattung Brisinga zu sprechen kommen.

1) On some remarkable forms of animal life from the great deeps of the Norwegian coast. II. Researches on the Structure and Affinity of the Genus Brisinga, based on the study of a new species: Brisinga coronata. Christiania 1875.

Das mir vorliegende Material besteht aus einer Scheibe und sechs Armen von Brisinga coronata G. O. Sars und einem Armstück von Brisinga endecacnemos Asbjörnsen. Letzteres erhielt ich von Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Peters in Berlin aus der dortigen Sammlung, die Stücke von Br. coronata [1]) aber durch die gütige Vermittelung meines Freundes P. H. Carpenter in Windsor von Sir Wyville Thomson; mögen die genannten Herren meines aufrichtigen Dankes auch an dieser Stelle versichert sein.

G. O. Sars hat sich von der Existenz eines Blutgefässsystems bei Brisinga nicht zu überzeugen vermocht und ist in Folge dessen der entschiedenen Ansicht, dass Brisinga überhaupt keine Blutgefässe besitze, sondern dass die ganze Leibeshöhle mit ihrem Inhalte zugleich die Function des Blutgefässsystems übernommen habe. Ja er geht noch weiter und behauptet das gleiche Verhalten auch für die übrigen Asteriden [2]).

In meinen Beiträgen zur Anatomie der Asteriden [3]) habe ich gezeigt, dass allerdings ein beträchtlicher Theil von denjenigen Räumen des Seesternkörpers, welche von den bisherigen Forschern als Blutgefässe in Anspruch genommen worden waren, keine solche sind, sondern vielmehr nur Abschnitte der Leibeshöhle darstellen, in welchen sich dann erst die wahren, bisher übersehenen oder falsch verstandenen Blutgefässe befinden. Ich nannte jene Räume, weil sie die Blutgefässe umschliessen: Perihämalcanäle (Perihämalräume). Wie eben dort dargelegt wurde besteht das ganze in all' seinen Hauptstämmen von Perihämalcanälen umschlossene Blutgefässsystem aus folgenden Abschnitten:

1) einem im Peristom gelegenen oralen Blutgefässring;

2) einem dorsalen Blutgefässring;

3) einem beide Gefässringe mit einander verbindenden Gefässgeflecht, dem sogenannten Herzen;

4) den je einem Arm entsprechenden von dem oralen Blutgefässring entspringenden radiären Gefässen;

5) den von dem dorsalen Gefässring abgehenden und zu den Geschlechtsorganen hinziehenden Genitalgefässen;

6) den beiden vom dorsalen Blutgefässring abtretenden Magengefässen.

1) Dieselben stammen nach der Etiquette von den Lofoten aus einer Tiefe von 200—300 Faden.

2) l. c. p. 31 sqq.

3) Diese Zeitschr. XXX. p. 111 (p. 165). Hier und im Folgenden ist die pagina der unter dem Titel »Morphologische Studien an Echinodermen« erschienenen Separatausgabe meiner Echinodermenstudien in Klammern der Zeitschriftspagina beigefügt.

Ferner zeigte ich, dass die einzelnen Abschnitte des Blutgefässsystems aus einem Geflecht von mehr oder minder zahlreichen sich theilenden und wieder mit einander communicirenden Gefässen bestehen, richtiger also Gefässgeflechte als schlechthin Gefässe genannt zu werden verdienen. Immerhin mag man die Bezeichnung »Gefässe« der Kürze halber gebrauchen. Der feinere Bau dieser Gefässe, sowie ihrer Inhaltskörper verlangen übrigens noch eine genauere Untersuchung an lebendem Material. Hier bei Brisinga aber fragt es sich zunächst nur, ob auch bei ihr jenes Gefässsystem in wesentlich gleicher Ausbildung sich vorfinde? Aus dem sogleich Mitzutheilenden wird hervorgehen, dass dem wirklich so ist im Widerspruch zu der gegentheiligen Behauptung von G. O. Sars.

Ich beginne mit der Schilderung der Genitalgefässe, weil dieselben am leichtesten aufzufinden sind. Oeffnet man den durch die Anschwellung gekennzeichneten Armabschnitt, welcher die Geschlechtsorgane umschliesst, in der dorsalen Mittellinie und klappt dann die Rückenwand nach den Seiten auseinander um das von Sars in Figur 4 und 17 seiner Tafel III abgebildete Präparat darzustellen, so findet man (Fig. 3) rechts und links von der Wirbelreihe des Armes ein Gefäss, welches von dem adoralen Ende des Armes herkommt, anfänglich ziemlich dicht an dem Rande der Wirbelreihe hinzieht, dann aber sich allmälig etwas mehr davon entfernt, um die Basis der Geschlechtsorgane zu erreichen. Das Gefäss hat eine Breite von ungefähr 1 mm; an der Basis der Geschlechtsorgane aber nimmt dieselbe zu bis auf 2 mm. Die fernere Untersuchung, insbesondere an Querschnitten, zeigt, dass das, was wir soeben Gefäss nannten, im Inneren ein Gefässgeflecht beherbergt und demnach entsprechend den bei anderen Asterien von mir beschriebenen Verhältnissen als Perihämalcanal zu bezeichnen ist. Das darin liegende Gefässgeflecht zeigt ganz denselben Bau wie bei anderen Seesternen; nur ist seine Natur als Geflecht hier noch deutlicher ausgesprochen als ich es bei den übrigen bisher darauf untersuchten Asterien sah. An der Basis des Büschels der Genitalschläuche — in dem vorliegenden Falle Ovarialschläuche — endet der Perihämalcanal in Gestalt eines jene Basis umgreifenden Sinus; das Gefässgeflecht aber tritt an die einzelnen Ovarialschläuche heran und setzt sich in den zwischen den beiden Lamellen der Ovarialwandung befindlichen Blutsinus fort, ganz in der gleichen Weise wie ich das von anderen Seesternen früher beschrieben habe. In den vorhin angeführten Abbildungen von Sars ist das Genitalgefässgeflecht und sein Perihämalcanal in keiner Weise angedeutet; in den von demselben Forscher gegebenen Abbildungen von Brisinga endecacnemos [1])

1) l. c. Tab. VII. Fig. 18, 21.

aber erblickt man vom adoralen Ende der Geschlechtsorgane herkommend einen dunklen Streifen angegeben, der offenbar nichts anderes ist als das Genitalgefäss.

Um die radiären Blutgefässe zu finden fertigte ich Schnitte durch entkalkte Armstücke an. An solchen Schnitten geben sich in der Ambulacralrinne durchaus die gleichen Verhältnisse zu erkennen, welche andere Asterien darbieten. Die Uebereinstimmung der Lagerungsverhältnisse von Nerv, Blutgefäss mit seinem Perihämalcanal und Wassergefäss mit den früher untersuchten Asterien ist eine so grosse, dass es überflüssig erscheint, einen der zahlreichen mir vorliegenden Schnitte abzubilden — ich verweise auf die früheren Mittheilungen und Abbildungen, namentlich auf Fig. 37, sowie auch auf den nebenstehenden Holzschn. Wie dort findet man auch hier — und ich beziehe mich hier nicht nur auf Brisinga coronata, sondern auch auf Br. endecacnemos — den radiären Nerven eingewebt in die innerste (Faser-) Schicht des Epithels. Ueber (dorsalwärts von) dem Nerven und durch eine bindegewebige Membran davon getrennt folgt der radiäre Perihämalcanal, welcher in dem sein Lumen durchsetzenden verticalen Septum ein Gefässgeflecht — das radiäre Blutgefäss — beherbergt. Weiter nach der Dorsalseite folgt dann das radiäre Wassergefäss. Zwischen letzteres und den radiären Perihämalcanal schiebt sich unterhalb eines jeden Wirbels der zu diesem Wirbel gehörige untere Quermuskel ein.

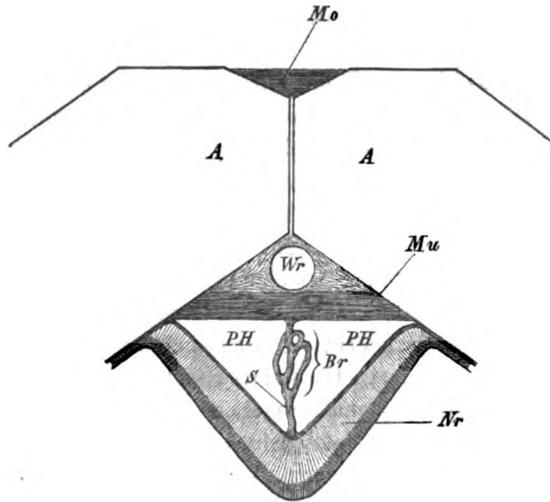


Fig. 1.
Schematischer Querschnitt durch die Ambulacralfurche eines Seesternes zwischen zwei Füsschenpaaren. *A, A*, die Wirbelhälften; *Mo*, der obere, *Mu*, der untere Quermuskel; *Wr*, das radiäre Wassergefäss; *Br*, das radiäre Blutgefässgeflecht; *PH*, der radiäre Perihämalcanal; *S*, das verticale Septum desselben; *Nr*, der radiäre Nerv (richtiger: die innere Faserschicht des Epithels, in welche die in der Figur nicht angedeuteten Längsfasern des radiären Nerven eingeschaltet sind).

Die seitlichen Aeste des radiären Wassergefässes besitzen übrigens

bei Brisinga an ihrer Eintrittsstelle in die Füsschenampulle denselben **Ventilapparat**, welchen JOURDAIN bei Asterias (Asteracanthion)[1]) rubens aufgefunden und LANGE genauer geschildert hat, und der nach meinen Befunden eine wohl allen Asteriden zukommende Vorrichtung ist.

Ebenso wie sich nach dem Gesagten die in den Armen gelegenen Theile des Blutgefässsystems bei Brisinga in einer mit den übrigen Asterien übereinstimmenden Weise verhalten, ist dies auch in der Scheibe der Fall. Am Peristom angekommen erweist sich jedes radiäre Blutgefässgeflecht als eine Ausstrahlung **eines den Mund umkreisenden Blutgefässringes**, welcher dorsalwärts von dem Nervenringe und zwischen zwei perihämalen Ringcanälen, einem inneren und einem äusseren, seine Lagerung hat. In Figur 4 und 5 sind diese Verhältnisse angedeutet. Eine ausführlichere Zeichnung schien mir auch hier überflüssig, da sich die in Fig. 16—21 der Abhandlung zur Anatomie der Asterien[2]) dargestellten Verhältnisse hier wiederholen. Der innere perihämale Ringcanal steht auch hier in Zusammenhang mit dem Perihämalraum, welcher Steincanal und Herzgeflecht umgiebt; der äussere perihämale Ringcanal aber ist, gleichfalls in Uebereinstimmung mit den übrigen Asterien, eine Fortsetzung des radiären Perihämalcanals. Der Blutgefässring besteht aus einem Geflecht einer Anzahl von sich bald theilenden bald sich wieder mit einander verbindenden Gefässen (auf den Querschnitten zählt man deren gewöhnlich 3—5).

Die Gefässgeflechte zu den Generationsorganen entspringen von einem **dorsalen Blutgefässring**, welcher gleichfalls geflechtartig und von einem Perihämalcanal umgeben der Rückenhaut der Scheibe sich von innen her dicht anlegt. Sein Verlauf ist ebensowenig wie bei den übrigen Seesternen ein genau kreisförmiger. Bei Astropecten aurantiacus z. B. hat er die Gestalt eines Fünfecks, dessen Ecken den Interradien entsprechen. Bei Brisinga ist sein Verlauf ein wellenförmiger, was dadurch zu Stande kommt, dass er jedem Radius entsprechend sich nach aussen, und jedem Interradius entsprechend sich nach innen aus- resp.

1) Um den Fortschritten, welche die Systematik der Asteriden in der neueren Zeit namentlich durch CHR. LÜTKEN und EDM. PERRIER erfahren hat, gerecht zu werden, werde ich mich in dieser und meinen späteren Abhandlungen nicht mehr wie bisher der MÜLLER-TROSCHEL'schen Nomenclatur bedienen, sondern, wo nicht ausdrücklich anders bemerkt, der von EDM. PERRIER geübten anschliessen. Der Bequemlichkeit des Lesers halber werde ich dann, wenn ich mich auf fremde oder auf eigene frühere Angaben beziehe, die dort gebrauchte Nomenclatur, insofern sie von der PERRIER'schen abweicht, in Klammern beifügen. EDM. PERRIER, Révision de la collection des Stellérides du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Archives de Zool. expér. T. IV. 1875. p. 265—450. T. V. 1876. p. 1—104. p. 209—304.

2) Vergl. auch den dort gegebenen Holzschnitt. Diese Zeitschr. XXX. p. 120 (171).

einbuchtet. In Figur 1 ist die Rückenhaut der Scheibe, soweit sie nicht abgetragen ist, durchsichtig gedacht und der Verlauf des dorsalen Ringgeflechtes des Blutgefässsystems mit den Ursprungsstellen der davon in die Arme abtretenden Genitalgefässe eingezeichnet.

Bei *b* verbindet sich das dorsale Ringgeflecht mit dem Herzgeflecht, welches in derselben Weise wie ich das früher von anderen Asterien zeigte mit dem Steincanal in einem beiden gemeinsamen Perihämalraume zum Peristom herabzieht um sich dort mit dem oralen Ringgeflecht des Blutgefässsystems in Verbindung zu setzen. Das Herzgeflecht ist der einzige Abschnitt des hier beschriebenen Blutgefässsystems der Brisinga, welcher Sars bekannt geworden ist. Da es aber dem genannten Forscher an einer Kenntniss der übrigen Abschnitte, sowie auch bei dem damaligen Stande der Untersuchungen an einer richtigen Auffassung der betreffenden Verhältnisse der übrigen Seesterne, fehlte, so konnte er über die Bedeutung des Herzgeflechtes nicht ins Reine kommen, sondern musste sich begnügen dasselbe als Organ von problematischer Bedeutung zu bezeichnen.

Mein Material reichte nicht aus um mir auch über das Vorkommen der zum Darm tretenden Gefässe bei Brisinga Gewissheit zu verschaffen, indessen zweifle ich bei der Uebereinstimmung, welche die Anordnung aller anderen Theile des Blutgefässsystems mit den übrigen Asterien zeigt, nicht im Geringsten daran, dass sich die Darmgefässe an geeignetem Materiale werden nachweisen lassen.

Sars glaubt sich überzeugt zu haben, dass bei Brisinga der subcentral auf dem Rücken der Scheibe gelegene Porus nur die Oeffnung eines excretorischen Apparates sei, dagegen nicht in den Darmtractus hineinführe, also auch nicht als After fungiren könne[1]). Er ist geneigt auch bei den übrigen Asteriden, bei welchen ein After beschrieben wurde, denselben in Abrede zu stellen und die entsprechende Oeffnung nur als Secretionsporus der interradiären Blindsäcke in Anspruch zu nehmen. So wenig aber diese Auffassung bei den betreffenden übrigen Asteriden[2]) zutrifft, ebensowenig entspricht sie bei Brisinga den thatsächlichen Verhältnissen.

Nachdem ich an der mir zur Verfügung stehenden Scheibe die Rückenhaut soweit als nöthig vorsichtig abgetrennt, bot sich mir das in Figur 1 wiedergegebene Bild, welches die Sars'sche Figur Tab. II, Fig. 8

1) l. c. p. 30, 34, 50.

2) C. K. Hoffmann hat in seiner Abhandlung: Zur Anatomie der Asteriden (Niederländ. Archiv f. Zoologie. II. 1872) p. 6 zwar das Vorhandensein eines Afters bei Asterias (Asteracanthion) rubens in Abrede gestellt, ein Irrthum, den schon Perrier berichtigt hat: Edm. Perrier l. c. Arch. de Zool. expér. T. IV. 1875. p. 312.

bestätigt. Man erblickt die dem Magendarm aufgelagerten interradiären Blindsäcke, welche insbesondere in der Richtung zweier Interradien stark entwickelt sind. Vom Magendarm selbst gehen zu den Radien die Stämme der radiären paarigen Blindsäcke ab. Die Faltenbildungen der dorsalen Magenwand geben derselben das schon von Sars hervorgehobene netzartige Aussehen. Bei *a* steht das Lumen der interradiären Blindsäcke mit dem excentrisch gelegenen Porus der Rückenhaut der Scheibe in Communication. Trägt man nun die dorsale Wand der interradiären Blindsäcke vorsichtig ab, so gewinnt man einen Einblick in ihren Innenraum und erkennt, dass der letztere aus zwei Haupttheilen besteht, welche durch einen sich von der ventralen Wandung erhebenden Querwulst von einander abgegrenzt werden, sowie ferner, dass dieser Querwulst eine gleichfalls quergestellte längliche Oeffnung trägt. Die weitere Präparation ergab, dass diese Oeffnung in den Darm hineinführt und dass demnach das Verhältniss der interradiären Blindsäcke zu dem Darm hier durchaus dasselbe ist wie bei den übrigen Asterien. Die interradiären Blindsäcke sind auch hier nichts anderes als Ausstülpungen des Enddarmes und der auf der Rückenhaut der Scheibe befindliche Porus ist in Wirklichkeit eine Afteröffnung. Sars ist zu seiner irrthümlichen Auffassung nur dadurch gelangt, dass er die Communication des Darmes mit den interradiären Blindsäcken nicht auffand, sondern den ersteren wie die letzteren nach innen blindgeschlossen endigen liess.

Ein weiterer Punkt, in welchem ich mit Sars nicht übereinzustimmen vermag, ist die Auslegung der **Skeletstücke des Peristoms.** Bevor ich darauf eingehe, mögen einige Worte über **das peristomale Skelet der Asteriden** überhaupt vorausgeschickt werden. Bereits in meinen Beiträgen zur Anatomie der Asterien [1]) machte ich darauf aufmerksam, dass der sogenannte erste Wirbel der erwachsenen Exemplare von Asterias (Asteracanthion) rubens und Astropecten aurantiacus aus der engen Vereinigung zweier Wirbel entstanden sei, wie aus der Zahl seiner seitlichen Fortsätze, deren Verhalten zu den zwischendurchtretenden Füsschenampullen, sowie aus der Verdoppelung des unteren Quermuskels hervorgehe. Ich habe diesen Punkt weiter zu verfolgen gesucht und bin zu dem Resultate gelangt, dass wohl **bei allen Asterien die beiden ersten Wirbel des Armes eine mehr oder weniger weitgehende Vereinigung, welche mit einer Umbildung der typischen Gestalt insbesondere des ersten Wirbels Hand in Hand geht, erleiden** und so in ihrer Gesammtheit Das bilden, was man gewöhnlich als ersten Wirbel bezeichnet.

1) l. c. p. 110 (p. 161).

Betrachten wir einen jungen Seestern etwa in einem Stadium, wie es Lovén von Asterias glacialis O. F. Müller[1]) und A. Agassiz von Asterias pallida A. Ag.[2]) abgebildet haben — mir selbst liegt eine Anzahl solcher Jugendstadien[3]) vor, welche vor Jahren von Keferstein in Bergen gesammelt wurden — so findet man sämmtliche Wirbel von gleicher Gestalt; sie unterscheiden sich von einander nur durch ihre gegen die Armspitze hin abnehmende Grösse. Jeder Wirbel besteht aus zwei in der Mittellinie des Armes beweglich mit einander verbundenen Hälften, den Ambulacralstücken. Jede Wirbelhälfte sendet nach dem Rande der Ambulacralfurche einen Fortsatz aus. Zwischen den Wirbelfortsätzen der aufeinanderfolgenden Wirbel tritt je ein Füsschen hervor. Das erste Füsschen liegt zwischen den Fortsätzen des ersten und zweiten Wirbels. Die für den Durchtritt der Füsschenampullen bestimmten Oeffnungen sind nach dem Rande der Ambulacralfurche hin abgeschlossen durch je eine Adambulacralplatte. Jede Adambulacralplatte steht demnach in Verbindung mit den seitlichen Fortsätzen je zweier aufeinanderfolgenden Wirbel. Die erste Adambulacralplatte, welche die für die erste Füsschenampulle bestimmte Oeffnung abschliesst, verbindet sich also mit den seitlichen Fortsätzen des ersten und des zweiten Wirbels. An der Umrandung des Peristoms betheiligen sich die ersten Wirbel und ersten Adambulacralplatten der Arme und zwar in der Weise, dass je zwei erste Wirbelhälften zweier benachbarten Arme sich durch einen Muskel, den interradiären Muskel, wie ich ihn früher bezeichnet[4]), mit einander verbinden und dass die beiden entsprechenden ersten Adambulacralplatten gleichfalls eine muskulöse Verbindung mit einander eingehen und zugleich nach dem Centrum des Mundes hin vorspringen um dort eine Mundecke zu bilden. So betheiligen sich also an der Mundumrandung des jungen Seesterns die ersten Wirbel und die ersten Adambulacralplatten sämmtlicher Arme.

Bei den erwachsenen Thieren werden nun aber auch noch die zweiten Wirbel in das peristomale Skelet mit hineingezogen, indem sie mehr oder weniger fest mit den ersten Wirbeln an der gegenseitigen Be-

1) S. Lovén, Études sur les Échinoidées. Pl. LIII. Fig. 258.

2) A. Agassiz, North American Starfishes Pl. VIII. Fig. 9. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Cambridge Mass. Vol. V. No. 1. 1877 (früher schon publicirt in: Embryology of the starfish. 1864. Contrib. Nat. Hist. Unit. Stat. Vol. V).

3) Dieselben gehören bei der grossen Uebereinstimmung, welche sie mit der citirten Abbildung Lovén's zeigen, wahrscheinlich gleichfalls zu Asterias glacialis O. F. Müller.

4) l. c. Diese Zeitschrift. XXX. p. 111 (162).

rührungsfläche verwachsen. Zugleich rücken dann die beiden Hälften eines jeden ersten Wirbels häufig mehr oder weniger auseinander, sodass sie sich wie seitliche Fortsätze des zweiten Wirbels ausnehmen. Der Complex der beiden ersten Wirbel hat dann den Anschein als sei er nur ein einziger Wirbel, der sich aber von allen anderen Wirbeln des Armes dadurch unterscheidet, dass er statt zwei Fortsätze zu haben deren vier besitzt.

Die intermediären Interambulacralplatten [1]) der Seesterne beginnen in der Nachbarschaft des Peristoms in einem jeden Interradius in der Weise, dass sich in den Winkel, welchen die Adambulacralplatten zweier benachbarten Arme mit einander bilden, eine unpaare Kalkplatte einschiebt, auf welche dann weiter nach aussen die übrigen intermediären Platten folgen. In den erwachsenen Thieren schiebt sich diese unpaare intermediäre Kalkplatte, die ich bei allen untersuchten Asterien an derselben Stelle auftreten sah, dorsalwärts etwas über die ersten Adambulacralplatten.

Da diese Analyse des Peristomskelets ihren vergleichenden anatomischen Werth vorzüglich erst dann erweisen wird, wenn es darauf ankommt, das Mundskelet der Asterien mit demjenigen anderer Echinodermen und zwar zunächst mit demjenigen der Ophiuriden zu vergleichen, so verspare ich eine genaue Darlegung meiner Beobachtungen bis dahin und begnüge mich hier, wo es mir nur gilt zu zeigen, dass das Mundskelet der Brisinga denselben Aufbau wie das der übrigen Asterien besitzt, mit einer schematischen Abbildung. Genauere Abbildungen über das peristomale Skelet einer grösseren Anzahl von Asterien sind neuerdings von Agassiz publicirt worden [2]). So trefflich dieselben aber auch ausgeführt sind und so sorgfältig auch die Schilderung der in ihnen dargelegten Verhältnisse ist, so kommt Agassiz dennoch nirgends darauf, den sogenannten ersten Wirbel auf eine Vereinigung zweier Wirbel zurückzuführen.

In dem nebenstehenden Holzschnitt (p. 231) sind die Skelettheile, welche sich in dem Peristom der Asterien finden, von der dorsalen Seite

1) Vergleiche über diesen Terminus J. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 42.

2) North American Starfishes. Vergl. daselbst besonders: Taf. IX, Fig. 6 Asterias Forbesii (Asteracanthion berylinus). Taf. X, Fig. 6 v. Echinaster sentu[s] Taf. XI, Fig. 5 v. Asterias ochracea. Taf. XII, Fig. 3 v. Solaster (Crossaster) pa[p]posus. Taf. XVI, Fig. 5, 7 v. Pentaceros reticulatus. Taf. XVII, Fig. 5 v. Solast[er] endeca. Taf. XVIII, Fig. 7 v. Cribrella oculata (sanguinolenta). Taf. XIX, Fig. v. Astropecten articulatus. Taf. XX, Fig. 5 v. Luidia clathrata sowie die Holzschnit[te] auf p. 100, p. 111, p. 112.

gesehen, dargestellt. Die Figur umfasst zwei Radien und einen Interradius. In dem links gelegenen Radius zeigen die Wirbel das Verhalten, wie es junge Asterien darbieten. In dem rechts gelegenen Radius aber sind die beiden Hälften des ersten Wirbels etwas auseinander gerückt und, wie durch die punktirte Linie angedeutet wird, mit dem zweiten Wirbel verwachsen: ein Verhalten, welches bei den erwachsenen Thieren je nach Gattung und Art in verschiedenem Maasse eintritt. Die beiden benachbarten ersten Wirbelhälften zweier aneinanderstossenden Radien verbinden sich durch den, soweit meine Beobachtungen reichen, nie fehlenden interradiären Muskel. Die zwischen den seitlichen Fortsätzen je zweier Wirbel befindlichen Oeffnungen für den Durchtritt der Füsschenampullen kommen dadurch zum allseitigen Abschluss, dass sich von der ventralen Seite her an die Wirbelfortsätze die sogenannten Adambulacralplatten (*Ad*) anlegen. Dieselben sind in der Figur durch punktirte Linien angegeben. Die beiden ersten Adambulacralplatten Ad_1, Ad_1 zweier benachbarten Arme legen sich aneinander, sind daselbst durch einen Muskelapparat miteinander verbunden, springen über die ersten Armwirbel nach dem Centrum des Mundeinganges vor und bilden so die Mundecken. Agassiz hat die Mundeckstücke richtig als erste Adambulacralplatten (»Interambulacralplatten« nach seiner Terminologie) aufgefasst [1]). In demselben Sinne hat sich indessen auch schon früher J. Müller ausgesprochen [2]). Die intermediären Interambulacralplatten beginnen am Peristom in jedem Interradius mit einer unpaaren Platte J_1, welche anfänglich bei den jungen Thieren in dem Winkel zwischen den ersten Adambulacralplatten liegt, später aber sich dorsalwärts mehr oder weniger über dieselben hinüber drängt. Auf sie folgen dann weiter nach der Peripherie der Scheibe die übrigen (in dem Holzschnitt weggelassenen) intermediären Interambulacralplatten.

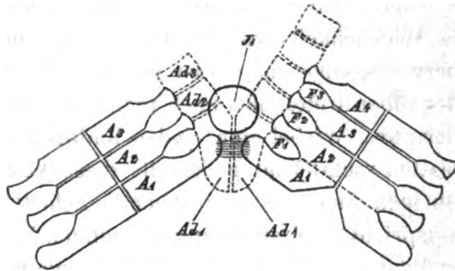


Fig. 2.

Schema über die Skeletstücke des Peristoms der Seesterne. Die Figur umfasst einen Interradius und die beiden anliegenden Radien. A_1, A_2, A_3, A_4, die Ambulacralstücke (Wirbelhälften); Ad_1, Ad_2, Ad_3, die Adambulacralstücke; J_1, die erste intermediäre Interambulacralplatte; F_1, F_2, F_3 Oeffnungen für den Durchtritt der Füsschenampullen.

1) l. c. p. 109.

2) J. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 42.

Um nun endlich zu Brisinga zurückzukehren, so ist deren Skelet, soweit es in dem ventralen und marginalen Theile der Scheibe gelegen ist, nach SARS aus folgenden Stücken zusammengesetzt. Jedem Radius entsprechend finden sich zwei Wirbel mit ihren beiden Adambulacralplatten, jedem Interradius entsprechend eine unpaare (»wedge plate«) und zwei paarige (»dorsal marginal plates«) Interambulacralplatten; ausserdem treten in die unmittelbare Umgrenzung des Mundeinganges noch, nach SARS je einem Interradius entsprechend, zwei Platten ein, welche er als parietale Platten bezeichnet. Dieselben Platten findet er auch bei anderen Asterien wieder, so z. B. bei Solaster endeca[1]. Seine Abbildungen lassen keinen Zweifel, dass er darunter die umgebildeten ersten Wirbelhälften, deren Homologie von ihm nicht erkannt wurde, versteht. Man muss die »parietalen Platten« dann allerdings anders zu Paaren verbinden als wie SARS dies thut. Nicht die rechts und links von der Mittellinie eines Interradius befindlichen beiden »parietalen Platten« gehören zu einem Paare, sondern die beiden rechts und links von der Mittellinie eines jeden Radius gelegenen[2].

Das, was SARS parietale Platten nennt, sind die umgebildeten ersten Wirbel. Und wie bei den übrigen Asterien der sogenannte erste Wirbel in Wirklichkeit aus der Vereinigung des ersten und zweiten Wirbels hervorgegangen ist, so ist es auch bei Brisinga. In das Scheibenskelet derselben treten also auch nicht, wie SARS meint, nur zwei Wirbel, sondern drei Wirbel eines jeden Radius ein. Die Zahl der Adambulacralplatten rechtfertigt gleichfalls diese Auffassung. Dieselbe hält bei den übrigen Asterien stets gleichen Schritt mit der Zahl der Wirbel; stets entspricht zwei aufeinanderfolgenden Wirbeln jederseits eine Adambulacralplatte. Die erste Adambulacralplatte verbindet sich (cf. Holzschnitt) mit den seitlichen Fortsätzen des ersten und zweiten Wirbels, die zweite Adambulacralplatte mit den seitlichen Fortsätzen des zweiten und dritten Wirbels u. s. w. Die dritte Adambulacralplatte, welche sich also mit dem dritten und vierten Wirbel verbindet, bleibt bei Brisinga, wenn sich der Arm von der Scheibe ablöst, in Zusammenhang mit ersterem[3]. An der Scheibe von Brisinga finden sich dann noch je zwei Adambulacralplatten, für welche, wie das Verhalten der übrigen Asterien vermuthen lässt, noch

1) cf. SARS, l. c. Taf. V, Fig. 7. Fig. 10.

2) Es wird zum Verständniss dienlich sein, wenn ich die Bezeichnungen [illegible] gleichen Skeletstücke in den SARS'schen Figuren 9 (Brisinga coronata) und 10 (Sol[illegible]ster endeca) seiner Taf. V mit den entsprechenden Bezeichnungen des oben v[illegible] mir gegebenen Holzschnittes zusammenstelle. p (bei SARS) $= A_1$, $1 = A_2$, $2 =$ [illegible], $w = J_1$, $Ad = Ad_1$.

3) Vergl. auch SARS. Taf. IV, Fig. 15, 16, 17.

drei Wirbel vorhanden sein müssen: ein erster und zweiter für die Verbindung mit der ersten Adambulacralplatte und ein dritter für die Verbindung der zweiten Adambulacralplatte mit ihm und dem zweiten. Fasst man mit SARS die »parietalen Platten« nicht als Wirbelstücke auf und lässt man demnach nur je zwei Wirbel eines jeden Radius in das Scheibenskelet eintreten, so hat man je ein Adambulacralplattenpaar zuviel. Betrachtet man aber die »parietalen Platten« als auseinandergerückte Hälften des ersten Wirbels — wozu die oben erörterten Verhältnisse der übrigen Asterien durchaus berechtigen — so stimmt die Zahl der Adambulacralplatten zu der Zahl der Wirbel. Auch die Füsschenzahl der Scheibe der Brisinga beweist, dass es drei und nicht nur zwei Wirbel sind, welche sich in dem Radius des Scheibenskeletes vorfinden. Bei allen Asterien und auch bei Brisinga in der ganzen Ausdehnung ihrer Arme liegt jede Oeffnung für den Durchtritt einer Füsschenampulle zwischen den Fortsätzen zweier aufeinanderfolgenden Wirbel. Die erste derartige Oeffnung liegt stets zwischen den Fortsätzen des ersten und zweiten Wirbels. So ist es auch bei der jungen Brisinga, welche SARS abbildet. Bei den erwachsenen Brisingen liegt nun aber die Oeffnung für die erste Füsschenampulle nach der Anschauung von SARS zwischen dem Fortsatz des ersten Wirbels und den »parietalen Platten« und die Oeffnung für die zweite Füsschenampulle zwischen den Fortsätzen des ersten und zweiten Wirbels. Wenn man nun nicht zu der gänzlich willkürlichen Ausflucht greifen will, es sei hier nachträglich an der adoralen Seite des ersten Wirbels noch ein neues Füsschenpaar entstanden und das erste Füsschenpaar der jungen Thiere entspreche dem zweiten Füsschenpaare der erwachsenen Thiere, so löst sich der Widerspruch, in welchem die SARS'sche Auffassung mit dem Verhalten der jungen Thiere sowie mit den vergleichend-anatomischen Anschauungen, welche sich aus dem Verhalten der übrigen Asterien ergeben, nur dadurch, dass man die parietalen Platten als Umbildungen der ersten Wirbel auffasst. Dass aber die ersten Wirbel derartige Umbildungen erfahren können kann nicht bezweifelt werden, denn wir sehen solche bei anderen Asterien in den verschiedensten Modificationen auftreten.

Meine Auffassung des peristomalen Kalkskeletes der Asterien incl. Brisinga unterscheidet sich nach dem Gesagten wesentlich darin von der von SARS[1]) vorgetragenen, dass letzterer ausser den Ambulacral- und Adambulacralstücken, wie sie sich in der ganzen Länge der Arme vorfinden, noch besondere Skeletstücke, die »parietalen Platten«, als Gebilde sui generis, die sonst nirgends am Seesterne wieder vorkommen, in die

1) l. c. 88.

Bildung des Mundskeletes eintreten lässt, während ich sämmtliche hier erwähnte Theile des Mundskeletes als Homologa der in der ganzen Ausdehnung der Ambulacra gegebenen Ambulacral- und Adambulacralplatten betrachte ohne der Annahme besonderer sonst nirgends wiederkehrender Skeletstücke zu bedürfen.

Bezüglich meiner oben begründeten Ansicht, dass in das Scheibenskelet der Brisinga nicht zwei, sondern drei Wirbel eintreten, war es mir von nicht geringem Interesse nachträglich zu sehen, dass der Entdecker und erste Beschreiber der Gattung Brisinga sich in ganz ähnlichem Sinne ausgesprochen hat. Wenn er auch seine Meinung nicht im Einzelnen begründen konnte, so hätte sie doch verdient von SARS näher berücksichtigt zu werden. Ich kann es mir nicht versagen die betreffenden Worte P. CHR. ASBJÖRNSEN's hier wiederzugeben[1]. Das peristomale Skelet, l'anneau calcaire, von Brisinga endecacnemos ist nach ihm zusammengesetzt aus 22 pièces principales. Je zwei dieser Stücke bilden zusammen eine Fortsetzung der Wirbelreihe des Armes. »Quant à l'ostéologie on ne peut pourtant pas les regarder comme appartenant à l'os transversal, composé d'une ou d'une paire de vertèbres transversales unies dans la ligne médiane, mais comme s'accordant à trois paires entières, ou pour mieux dire, à autant de paires de celles-ci; car à chacune des onze parties principales de l'anneau, qui s'accordent aux os transversaux des bras, on trouve sur la surface buccale 4 ouvertures ambulacrales. Pour former 2 paires d'enfoncements tentaculaires sont necessaires au moins 3 paires des os transversaux ou trois paires à moitié et deux paires de plaques marginales. Chaque pièce de l'anneau ainsi semble être une répétition serrée des vertèbres. La forme serrée ou comprimée qu'adoptent les osselets en s'approchant près du disque à la base des bras, indique aussi une telle transition ou réunion, et sans doute en macerant un anneau dans une solution de kali caustique on pourra décomposer en 3 osselets transversaux et deux plaques ou noeuds marginales chacune des 22 pièces appariées.«

Um die Zusammensetzung des peristomalen Skeletes der Brisinga noch näher zu erläutern, habe ich in Fig. 4—10 eine Anzahl Abbildungen gegeben. Obwohl sie nach sorgfältig hergestellten Präparaten angefertigt wurden, habe ich doch geglaubt ihnen am besten einen schematischen Charakter zu geben. Da es mir nicht sowohl auf die genau mitunter recht complicirte Form der Kalkstücke ankam als auf deren gegenseitige Lage und Verbindungsweise, so schien es mir gerathen

1) Fauna littoralis Norvegiae. 2. Livr. par M. SARS, J. KOREN et D. C. DANIELSSEN Bergen 1856. p. 98, 99.

selbstverständlich immer im engen Anschluss an meine Präparate, nur in den Umrissen ausgeführte Skizzen zu geben, um das Verständniss nicht durch unnöthiges Detail zu erschweren. Ueberdies ist ja die Form der Kalkstücke schon von Sars hinreichend genau abgebildet worden. Die meinen Abbildungen zu Grunde liegenden Präparate wurden theils durch einfache Präparation, theils durch Präparation nach Behandlung mit Kalilösung, theils durch horizontale und verticale Querschnitte gewonnen.

Figur 4 ist einem verticalen Querschnitt durch das Peristom in der Richtung eines Radius entnommen. Was daran im Vergleiche zu den früher untersuchten Asterien besonders auffällt ist die grössere Entfernung des Wassergefässringes von dem Nervenring und dem Blutgefässringe. Es schiebt sich nämlich zwischen beide ein Fortsatz, $A_1 f$, des ersten Ambulacralstückes, der bei anderen Asterien, soweit wir bis jetzt wissen, nirgends in dieser Ausbildung vorkommt. Indessen finde ich, dass bei Echinaster fallax die beiden ersten Wirbelhälften gleichfalls einen Fortsatz nach der Mittellinie ihres Radius entsenden, der die gleiche Lagerung wie der erwähnte Fortsatz der Brisinga innehält und sich nur dadurch von ihm unterscheidet, dass er die Mittellinie des Radius nicht erreicht. Brisinga steht also in dieser Hinsicht nicht unvermittelt unter den Asterien da, sondern bei Echinaster fallax und voraussichtlich auch noch bei anderen Formen ist ein Uebergang gegeben. Im Gegensatz zu den die Füsschenbasen umgreifenden lateralen Fortsätzen der Wirbelhälften oder Ambulacralstücke können wir jene an den ersten Ambulacralstücken vorkommenden nach der Mittellinie des betreffenden Radius gerichteten Fortsatzbildungen als mediane bezeichnen. Hinter den medianen Fortsätzen der ersten Ambulacralstücke muss das radiäre Wassergefäss, um die Ambulacralfurche zu erreichen, schief von innen und oben nach aussen und unten verlaufen um dann erst von der Stelle an, wo die Aeste zu den ersten Füsschen von ihm abgehen, eine horizontale Richtung einzuschlagen.

In Figur 5 sehen wir, dass auch in den interradialen Bezirken des Peristoms der Wassergefässring die gleiche Entfernung von Nervenring und Blutgefässring wie in den radialen Bezirken bewahrt. Dorsalwärts von den sich in der Medianebene des Interradius berührenden ersten Ambulacralstücken findet sich zwischen ihnen und dem von aussen und oben her aufgelagerten ersten intermediären Interambulacralstück J_1 eine kleine Höhlung L, welche eine Fortsetzung der Leibeshöhle ist.

Figur 6, 7, 8 sind drei Horizontalschnitte durch das Peristom, ausgewählt aus einer grösseren Reihe solcher Schnitte. Figur 6 liegt zumeist dorsalwärts, Figur 8 zumeist ventralwärts. In Figur 8 sieht man

deutlich, wie sich an der Umgrenzung der Oeffnung für die erste Füsschenampulle das erste und das zweite Ambulacralstück und das erste Adambulacralstück betheiligen. Man könnte versucht sein die medianen Fortsätze der ersten Ambulacralstücke, welche, wie auch aus den folgenden Fig. 9 und 10 hervorgeht, die Mittellinie der Radien erreichen und sich hier mit ihrem Partner verbinden, als die modificirten Körper der ersten Ambulacralstücke zu betrachten. Das geht aber deshalb nicht an, weil alsdann die Lagebeziehung des Wassergefässringes und des radiären Wassergefässes zu demselben nicht verständlich wird. Stellten die medianen Fortsätze, $A_1 f$, die modificirten ersten Ambulacralstücke dar, so müsste das vom Wassergefässringe kommende radiäre Wassergefäss an ihrer adoralen Seite herabziehen um die Ambulacralfurche zu erreichen, während dasselbe in Wirklichkeit, wie Figur 4 zeigte, an der entgegengesetzten aboralen Seite der medianen Fortsätze sich befindet.

Figur 9 stellt einen Mundwinkel bei der Ansicht von innen dar. Das Präparat ist so orientirt, dass der dorsale Rand der Figur oben liegt. Man erkennt in der linken Hälfte der Figur wie der mediane Fortsatz der auseinandergerückten ersten Ambulacralstücke sich bis zur Mittellinie des Radius erstreckt, um sich dort mit dem gleichen Fortsatz des gegenüberliegenden ersten Ambulacralstückes zu verbinden. In der rechten Hälfte der Figur ist der mediane Fortsatz des ersten Ambulacralstückes bis auf seinen basalen Theil, mit welchem er aus dem ersten Ambulacralstück entspringt, weggebrochen um auch hier die Umrandung der ersten Füsschenampullenöffnung durch die beiden ersten Ambulacral- und das erste Adambulacralstück zu zeigen.

Um das Relief dieser Figur deutlicher zu machen, ist sie in Fig. 10 wiederholt, und zwar in umgekehrter Lage, den dorsalen Rand nach unten, da diese Lagerung für eine genauere Abbildung günstiger erschien. Man sieht, dass sich an der dorsalen und an der ventralen Seite der medianen Fortsätze eine Rinne befindet. Die eine derselben, mit *c* bezeichnet, liegt zwischen den ersten Adambulacralstücken und dem basalen Theil der medianen Fortsätze der ersten Ambulacralstücke; sie dient der Aufnahme des Nervenringes und Blutgefässringes (vergl. auch Fig. 5). Die andere mit *b* bezeichnete Furche liegt an der dorsalen Seite der medianen Fortsätze der ersten Ambulacralstücke und beherbergt den Wassergefässring. Bei *a* senkt sich die Ambulacralfurche zwischen die Ambulacralstücke ein.

Anhangsweise mögen hier noch einige an dem Steincanal der Brisinga coronata gemachte Beobachtungen erwähnt sein. Aus einer Serie von Querschnitten durch den Steincanal ergiebt sich, dass derselbe wie bei allen anderen darauf untersuchten Asterien am Wassergefässringe

mit einfachem Lumen beginnt. In dem Lumen erhebt sich dann weiter nach der Madreporenplatte hin ein einfacher Längswulst. Es bleibt also bei Brisinga der Aufbau des Steincanals in ähnlicher Weise einfach, wie ich es z. B. von Echinaster fallax [1]) zeigte und nimmt an keiner Stelle solche Complicationen an, wie ich es z. B. von Asterina pentagona [2]) bekannt machte. Es bestärkt mich dieser Befund bei Brisinga in der früher geäusserten Meinung, dass bei reicherem Untersuchungsmaterial die Form der inneren Oberflächenvergrösserung des Steincanals sich von systematischem Werthe erweisen wird; denn Echinaster fallax zeigt auch sonst, so z. B. bezüglich der oben erwähnten medianen Fortsätze der ersten Ambulacralstücke, Annäherungen an Brisinga.

Das innere Epithel des Steincanals ist auch hier ein dicht gedrängtes hohes Wimperepithel. Ich maass die Höhe desselben zu 0,03 mm; die wohl erhaltenen Wimperhaare haben fast die gleiche Länge. Auf dem in das Lumen vorspringenden Wulste ist das Epithel etwas niedriger — ein gleiches Verhalten findet sich auch bei Echinaster fallax [3]). Die Dicke des Cuticularsaumes des Wimperepithels betrug circa 0,002 mm.

Die Cuticula ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass sie, wie Querschnitte lehren, von den unzweifelhaftesten Porencanälchen für den Durchtritt der Wimperhaare durchsetzt ist. Soweit ich an meinen Schnitten, die ja zunächst nicht zu diesem Zwecke, sondern zur Erkenntniss gröberer Verhältnisse und deshalb nicht von solcher Dünnheit als im anderen Falle erreichbar gewesen wäre angefertigt waren, zu erkennen vermochte, scheint jedes Porencanälchen der Cuticula zu je einer Zelle des Epithels zu gehören und demnach die Zahl der Wimperhaare, Porencanälchen und Epithelzellen die gleiche zu sein. Ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass die Cuticula, welche das Wimperepithel der Ambulacralfurchen der Asterien überkleidet, von der Fläche betrachtet ein punktirtes Aussehen hat. Das Gleiche gilt auch von der Cuticula des Wimperepithels an anderen Stellen des Seesternkörpers: so an dem Wimperepithel, welches die ganze Körperoberfläche überkleidet und dem Epithel des Steincanals. Bereits damals [4]) habe ich die Vermuthung ausgesprochen, dass diese Punktirung der von der Fläche betrachteten Cuticula auf eine für den Durchtritt der Wimperhaare bestimmte Durchsetzung von feinen Porencanälchen zurückzuführen sei. Die angeführten Beobachtungen an der Cuticula des Steincanals der Brisinga coronata liefern den Beweis, dass meine Vermuthung den thatsächlichen Verhältnissen entspricht.

1) l. c. p. 105 (p. 156). Fig. 86. 2) l. c. Fig. 1. 3) l. c. Fig. 86.
4) l. c. p. 133 (184).

Schliesslich einige Worte über die systematische Stellung der Gattung Brisinga. Gegenbaur hält noch in der neuesten Auflage seines Grundrisses der vergleichenden Anatomie[1]) daran fest, dass Brisinga keine echte Asterie sei, indem er sie als Repräsentanten einer den Asterida gleichgeordneten Gruppe der Brisingida, welche jene mit den Ophiurida verbinde, aufführt. Sars hat aber ausführlich und schlagend gezeigt, dass Brisinga in ihrem Bau sich durchaus als nichts Anderes denn eine Asterie erweist. Er hat alle einzelnen Punkte, in welchen Brisinga sich von den Ophiuren unterscheidet und mit den Asteriden übereinstimmt, zusammengestellt[2]). Was ich selbst oben an Beobachtungen mittheilte, ist insgesammt nur geeignet den von Sars erbrachten Beweis, dass Brisinga eine Asterie ist, zu verstärken und wie mir scheint zu einem unumstösslichen zu machen. Gegenbaur führt nur zwei Gründe für seine Auffassung an[3]). Erstens sollen die Arme den ihnen zukommenden Abschnitt des Verdauungsapparates bei Brisinga wie bei den Ophiuren verloren haben. Das ist indessen thatsächlich nicht der Fall, denn schon Asbjörnsen[4]) hat die radiären Blindsäcke des Darmes, die bis über das erste Dritttheil der Arme in dieselben hineinreichen, beschrieben. Ich finde es deshalb auch nicht ganz richtig wenn Claus[5]) den Brisingen nur »ganz kurze Fortsätze des Magens« zuspricht. Als zweiten Grund führt Gegenbaur an, dass die Arme bei Brisinga von der Scheibe gesondert seien; dadurch werde der Uebergang zu den Ophiuriden vermittelt, bei welchen der Gegensatz von Scheibe und Armen sich noch schärfer ausprägé. Es kann hierbei sicherlich nicht auf das oberflächliche Moment ankommen, dass das eine Mal der Rand der Scheibe wie z. B. bei einem Seestern von der Form eines Stellaster oder einer Culcita in einem Bogen allmälig in den Rand der Arme übergeht, das andere Mal aber der Scheibenrand in einem Winkel auf den Rand des Armes trifft, wie z. B. bei Brisinga und den Ophiuren und so ein »Sichabsetzen« der Arme von der Scheibe insbesondere bei der Ansicht von der Dorsalseite hervorruft. Die geringe Grösse der Scheibe der Brisinga, die gleichfalls dazu beträgt ihr für den ersten Anblick einen ophiurenähnlichen Habitus zu geben, ist wesentlich bedingt durch die geringe Zahl der Armwirbel, welche in das Scheibenskelet eingehen. Fände sich eine ähnliche geringe Wirbelzahl auch in der Scheibe der Ophiuren, so würde das, scheint mir, weit eher geeignet sein, beide Gruppen einander zu nähern. Wir kennen

1) Leipzig 1878. p. 206.
2) l. c. p. 86.
3) Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1870. p. 304.
4) l. c. p. 99.
5) Grundzüge der Zoologie. 3. Aufl. Marburg und Leipzig 1876. p. 282.

aber bis jetzt keine einzige Ophiure, bei welcher jedem Radius entsprechend nur drei Wirbel in die Scheibe eintreten. Bei allen Ophiuren findet sich eine grössere Anzahl von Wirbeln eines jeden Armes im Bereiche der Scheibe.

Sars hat für die Brisinga eine besondere Familie der Brisingidae in der Ordnung der Asteriden aufgestellt und damit, scheint mir, die systematische Stellung der Gattung richtig gekennzeichnet. Das einzige Merkmal, wodurch sich Brisinga völlig von den anderen Asterien unterscheidet, ist das Fehlen von Kiemenbläschen. Das ist indessen nur ein negatives Moment, welches an und für sich keine Beziehung zu den Ophiuriden, bei denen auch solche Bildungen fehlen, gestattet. Ueberdies erscheint dieser Mangel nicht ganz so räthselhaft, wenn man beachtet, dass das dorsale Integument insbesondere der Arme bei Brisinga so dünn ist wie wir es bei keinem anderen Seestern wiederfinden und durch diese Dünnheit wahrscheinlich dem Respirationsbedürfniss genügen kann, ohne dass Oberflächenvergrösserungen in Form der Kiemenbläschen nöthig werden.

Während ich Sars in seiner Aufstellung der Brisingidae als einer Familie im Innern der Asteridengruppe durchaus beipflichte, kann ich ihm darin nicht beistimmen, dass er Brisinga als einen lebenden Vertreter der ältesten Asteriden, verwandt mit der palaeozoischen Form Protaster, betrachtet[1]. Was wir von jenen uralten Formen thatsächlich wissen, ist so wenig und bedarf so sehr weiterer Aufklärung[2], dass jene Ansicht einstweilen in das Gebiet kühner Vermuthungen gehört, einer haltbaren Begründung aber noch völlig entbehrt[3].

Göttingen, 20. Mai 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XV.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf Brisinga coronata G. O. Sars.

Fig. 1. Scheibe vom Rücken her geöffnet. Man sieht den Magen mit den Stämmen der radiären Blindsäcke, sowie die interradiären Blindsäcke, welch' letztere bei *a* durch den After nach aussen münden. *R* bedeutet die Richtung eines Radius,

1) l. c. p. 93.

2) Um nur eins anzuführen, so hat Chr. Lütken der Gattung Protaster jede Verwandtschaft mit den Asterien abgesprochen und sie für wahre Ophiuren erklärt. Additamenta ad historiam Ophiuridarum. III. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. V Räkke. Nat. Math. Afdeling. Bd. VIII. Kjobenhavn 1870. p. 108.

3) vergl. auch A. Agassiz: North American Starfishes. p. 90. p. 102 sqq.

J diejenige eines Interradius. Mit *Md* ist die Madreporenplatte angedeutet. Der nicht abgetragene Theil der Rückenhaut ist durchsichtig gedacht, so dass man das dorsale Ringgeflecht des Blutgefässsystems *Bd*, sowie die davon abgehenden Gefässgeflechte zu den Generationsorganen (Genitalgefässe) *BG* erkennt; bei *b* verbindet sich das dorsale Ringgeflecht mit dem Herzgeflecht. Vergrösserung 3/1.

Fig. 2. Die interradiären Blindsäcke des vorigen Präparates nach Abtragung ihrer dorsalen Wandung. Man erblickt auf dem Querwulst, der sich von dem Boden erhebt, die Oeffnung, durch welche die Blindsäcke mit dem Darmtractus in Communication stehen. Vergrösserung 3/1.

Fig. 3. Stück eines Armes im Bereich der Generationsorgane, von der Dorsalseite geöffnet und auseinandergeschlagen. Rechts und links von der Wirbelreihe des Armes liegt ein aus zahlreichen Ovarialschläuchen bestehendes Ovarium, an welches von der Scheibe her das Genitalgefässgeflecht *BG* in dem zugehörigen Perihämalcanal herantritt. Natürliche Grösse.

Fig. 4. Schematisirter Verticalschnitt durch das Peristom in der Richtung eines Radius. A_1 *f*, der Fortsatz der ersten Ambulacralstücke; A_2, das zweite Ambulacralstück; A_3, das dritte Ambulacralstück. *Mo*, *Mo*, die oberen, *Mu*, *Mu*, die unteren Quermuskeln der zweiten und dritten Ambulacralstücke. *W*, der Wassergefässring; *Wr*, das radiäre Wassergefäss; *B*, das Blutgefässringgeflecht, *Br*, das radiäre Gefässgeflecht, beide von den Perihämalräumen umgeben; *N*, der Nervenring; *Nr*, der radiäre Nerv. *Mh*, die Mundhaut. Vergrösserung 10/1.

Fig. 5. Schematisirter Verticalschnitt durch das Peristom in der Richtung eines Interradius. *W*, *B*, *N*, wie vorhin. A_1, das erste Ambulacralstück; *Mi*, der die ersten Ambulacralstücke zweier benachbarten Radien miteinander verbindende interradiäre Muskel. J_1, das erste, J_2, das zweite intermediäre Interambulacralstück. Ad_1, das erste Adambulacralstück; *M*, der Muskel, durch welchen sich die ersten Adambulacralstücke zweier benachbarter Radien mit einander verbinden. *L*, Theil der Leibeshöhle zwischen A_1 und J_1. Vergrösserung 10/1.

Fig. 6, 7, 8. Drei Horizontalschnitte durch das Peristom; vergl. d. Text. A_1, A_1 *f*, A_2, A_3, J_1, J_2, Ad_1, wie in den beiden vorhergehenden Figuren. F_1, F_2, Durchtrittsstellen für die erste und zweite Füsschenampulle. Mit dem Pfeile ist in den drei Figuren die Richtung eines Interradius angegeben. Vergrösserung circa 2/1.

Fig. 9. Ansicht der Skeletstücke eines Mundwinkels von der Mundseite aus. Der obere Rand der Figur entspricht der dorsalen, der untere Rand der ventralen Seite. Bezeichnungen wie vorhin. Im Uebrigen vergl. d. Text. Vergr. circa 2/1.

Fig. 10. Dieselbe Figur umgekehrt orientirt. Bei *a* die Rinne für das radiäre Wassergefäss, bei *b* die Rinne für den Wassergefässring, bei *c* die Rinne für den Nervenring und den Blutgefässring. A_2', der Fortsatz des zweiten Ambulacralstückes, welcher die Durchtrittsöffnung für die erste Füsschenampulle von der aboralen Seite her abschliesst. Vergrösserung circa 2/1.

Fig. 11. Querschnitt durch den Steincanal. *L*, die in den inneren Hohlraum vorspringende verkalkte Längsleiste, welche ein etwas niedrigeres Epithel trägt als die übrige Innenwand; *K*, die verkalkte Wand des Steincanals. Vergr. 110/1.

Fig. 12. Inneres Wimperepithel des Steincanals, stärker vergrössert. Bei *a* die von Porencanälchen durchsetzte Cuticula. Vergrösserung circa 500/1.

Beiträge zur Anatomie der Ophiuren.

Mit Tafel XXIV—XXVII und einem Holzschnitt.

Es war meine Absicht in dieser Abhandlung die Anatomie der Ophiuren mit Bezug auf sämmtliche Organsysteme zu behandeln und darin die Beobachtungen niederzulegen, welche mir darüber zum Theil schon seit beträchtlich langer Zeit vorliegen. Meine Untersuchungen sind jedoch noch nicht in allen Punkten zu dem von mir erstrebten Abschlusse gelangt. Da einerseits die Ophiuren, wie allbekannt, ein sehr widerspenstiges Object für die anatomische Zergliederung sind und anderseits meine Zeit vielfach in Anspruch genommen ist, so hat sich das Vorwärtsschreiten meiner Ophiuren-Untersuchungen in diesem Sommer beträchtlich verlangsamt und statt dieselben, wie ich gewünscht hatte, vollenden zu können, stehe ich nun vor einer durch äussere Verhältnisse gebotenen längeren Unterbrechung.

Wenn ich aber dennoch zur Publication eines Theiles meiner Untersuchungen schreite, so geschieht es deshalb, weil ich die beiden im Folgenden mitzutheilenden Abschnitte in ihren Resultaten für hinreichend sichergestellt halte, weil sie sich ferner auf Punkte beziehen, die in den seitherigen Untersuchungen entweder gar nicht (die Bursae der Ophiuriden) oder mit Vernachlässigung wesentlicher Momente (die Homologie der Theile des Mund- und Armskeletes) behandelt worden sind und weil ich endlich glaube für die schon vorläufig mitgetheilten Beobachtungen über die Bursae den ausführlicheren Nachweis nicht länger schuldig bleiben zu dürfen.

Meine übrigen auf die Anatomie der Ophiuren (Wassergefässsystem, Blutgefässsystem, Nervensystem, Darmtractus etc.) bezüglichen Untersuchungen aber mögen mitsammt den daran anknüpfenden vergleichend-

anatomischen und phylogenetischen Erörterungen erst dann der Oeffentlichkeit übergeben werden, wenn mir Zeit und Umstände eine genügende Abrundung derselben gestattet haben werden. Ich hoffe, dass dies in Jahresfrist der Fall sein wird.

Zur vergleichenden Anatomie des Arm- und Mundskeletes.

Es ist keineswegs ganz leicht sich von dem Skelet der Ophiuren, insbesondere aber von dem peristomalen Abschnitte derselben eine klare Anschauung zu verschaffen. Die Kleinheit der Theile, ihre complicirte Gestalt und Verbindungsweise bereiten der Untersuchung Schwierigkeiten, die sich nur mit Geduld überwinden lassen, besonders wenn wie gewöhnlich nur die kleinen und mittelgrossen Ophiuren der europäischen Meere als Objecte dienen. Ich darf es daher als ein Glück betrachten, dass mir ein Exemplar der soweit mir bekannt grössten unter allen bis jetzt beschriebenen Ophiuren, der Ophiarachna incrassata Müll. Trosch., zur Verfügung stand (Ophiotrix longipeda M. Tr. hat allerdings noch viel längere Arme, aber eine nur halb so grosse Scheibe). Ich werde im Folgenden mich, wenn nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, immer zunächst auf diese Form beziehen und sie zum Ausgangspunkt meiner Erörterungen machen. Das betreffende Exemplar stammt von Cap York. Dass ich alle wichtigeren Punkte an anderen Arten vergleichend geprüft habe, glaube ich kaum besonders hervorheben zu müssen, doch will ich hinzufügen, dass ich das Skelet insbesondere noch bei den Gattungen Ophioglypha Lym. (O. albida Forb., texturata Forb., Sarsii Lütk.), Ophiothrix Müll. Trosch. (O. fragilis O. F. Müll.) und Ophiocoma Ag. (O. scolopendrina Lam.) studirt habe.

Auf zwei Punkte kommt es mir im Folgenden wesentlich an, nämlich erstens zu zeigen, wie sich das Mundskelet der Ophiuren auf das Armskelet derselben zurückführen lässt und sich als eine Umbildung des adoralen Abschnittes des letzteren erweist und zweitens die Frage zu lösen, welchen Skeletstücken der Asterien — die übrigen Echinodermen will ich hier zunächst noch nicht heranziehen — die Skelettheile der Ophiuriden gleichwerthig zu erachten seien.

Um die beiden genannten vergleichend-anatomischen Fragen zu behandeln ist die genaue Kenntniss der Theile, um die es sich handelt, eine unerlässliche Vorbedingung. Ich werde also damit beginnen, dass ich das Skelet der Ophiarachna incrassata in seinen einzelnen Theilen genauer schildere und mache dabei den Anfang mit dem Armskelet.

Wie überhaupt bei den Ophiuren, so unterscheiden wir auch bei Ophiarachna incrassata am Arm vier verschiedene Arten von Hauptskelet-

stücken: die Wirbel, die Seitenschilder, die Bauchschilder und die Rückenschilder. Die Rückenschilder oder Dorsalplatten sind wie J. Müller und Troschel richtig beschreiben »fast rectangulär, am Grunde der Arme wenigstens dreimal so breit wie lang und haben meist gerade Ränder, zuweilen sind sie in zwei oder mehrere gleiche oder ungleiche Stücke getheilt«[1]). Sie nehmen fast die ganze Breite der Dorsalseite der Arme ein, so dass man bei der Ansicht von dieser Seite her nicht viel von den Seitenschildern zu sehen bekommt. Da die Rückenschilder für die nachherigen vergleichend-anatomischen Betrachtungen nicht weiter herangezogen werden, so können wir kurz über sie hinweggehen.

Die Seitenschilder oder Lateralplatten tragen die vier Stachelreihen und die Tentakelschuppen. Die Bauchschilder oder Ventralplatten sind schon von J. Müller und Troschel geschildert worden: »Die Bauchschilder der Arme sind viereckig, mit etwas convexem Aboralrande, ausgeschweiften Seitenrändern und seitlich vorspringenden vorderen Winkeln der Seiten. Am adoralen Rande ist in der Mitte ein Vorsprung, neben dem jederseits eine Einbucht, wodurch das Ansehen von zwei Löchern entsteht«. Man vergleiche dazu die Fig. 10.

Weit complicirter gebaut und von Ophiarachna auch noch nicht beschrieben sind die Wirbel. Dieselben sind hier wie bei allen anderen Ophiuren durch die Verwachsung je zweier in der Medianebene des Armes sich berührender Wirbelhälften entstanden. An den Wirbeln des basalen Abschnittes der Arme kann man die mediane Verwachsungslinie allerdings nicht mehr erkennen, wohl aber an den jüngeren nach der Armspitze hin gelegenen Wirbeln. Nur die beiden ersten Paare von Wirbelhälften haben, wie nachher bei dem Mundskelet gezeigt werden soll, keine feste Verbindung mit einander eingegangen. Um uns die Form eines Wirbels klar zu machen, wollen wir einen aus dem proximalen Abschnitt des Armes, wie ihn Fig. 4 und 5 darstellen, etwas genauer betrachten. Wir unterscheiden an dem Wirbel eine dorsale, eine ventrale, zwei laterale, eine adorale und eine aborale Oberfläche. In ihrer Gesammtform sind die Wirbel des proximalen Armabschnittes scheibenförmig, ihr kurzer Durchmesser fällt in die Richtung der Längsachse des Armes, ihr grösserer Durchmesser in den Querschnitt des Armes. Weiter gegen das distale Ende des Armes wird dieses Verhältniss ein umgekehrtes. Der in die Richtung der Längsachse des Armes fallende Durchmesser der Wirbel ist dort bedeutend (zwei bis drei Mal) länger als der in den Armquerschnitt fallende. Mit anderen Worten: die scheibenförmige Gestalt der Wirbel im proximalen Abschnitt der

1) System der Asteriden. Braunschweig 1842. p. 104.

Arme geht im distalen Theil des Armes in eine gestreckte, cylindrische über.

Die scheibenförmigen Wirbel sind in ihrer Randpartie so dünn, dass dieselbe sich wie ein flügelförmiger Fortsatz des centralen, die Gelenkhöcker und Gelenkgruben tragenden, dickeren Theiles ausnimmt. Die cylindrischen Wirbel der Armspitze entbehren einer solchen Flügelbildung, indem die adorale und die aborale Fläche des Flügelfortsatzes der proximalen, scheibenförmigen Wirbel distalwärts immer mehr durch zwischengelagerte Skeletsubstanz auseinander gedrängt werden, bis sie die Endflächen des Cylinders bilden, dessen Form im Allgemeinen die Wirbel des distalen Armabschnittes haben. Die flügelförmigen Fortsätze der proximalen Wirbel sind demnach nicht etwa besondere nur diesen Wirbeln zukommende Bildungen, sondern entstehen durch Zusammendrängung der Wirbel in der Richtung der Längsachse des Armes. Sie dienen ebenso wie die Endflächen der cylindrischen distalen Wirbel als Insertionsflächen für die oberen (dorsalen) und unteren (ventralen) Zwischenwirbelmuskel. An den scheibenförmigen Wirbeln (Fig. 4, 5) ist die flügelförmige Randpartie (*c*, *g*) der adoralen und aboralen Fläche durch eine schräge Leiste in ein grösseres oberes Feld für die Insertion des oberen (dorsalen) Zwischenwirbelmuskels und ein kleineres unteres Feld für die Insertion des unteren (ventralen) Zwischenwirbelmuskels geschieden.

In der Mitte der adoralen wie der aboralen Oberfläche besitzt jeder Wirbel die Höcker und Gruben für die Gelenkverbindung mit dem vorhergehenden und mit dem nachfolgenden Wirbel. Im Umkreis des Complexes der Gelenkhöcker und Gelenkgruben inserirt sich die bindegewebige Gelenkkapsel. Die aufeinander gleitenden Flächen zweier Wirbel sind an ihrem sich von dem matten Weiss der übrigen Skeletoberfläche lebhaft abhebenden spiegelblanken Emailglanz zu erkennen. Auf der adoralen sowohl als auch auf der aboralen Fläche eines jeden Wirbels lassen sich drei Gelenkhöcker und drei Gelenkgruben unterscheiden. Auf der adoralen Seite (Fig. 4) haben wir zwei laterale obere Gelenkgruben (*a*) und eine mediane untere Gelenkgrube (*f*), ferner einen medianen oberen Gelenkhöcker (*b*) und zwei laterale untere Gelenkhöcker (*d*). Auf der aboralen Seite (Fig. 5) haben wir umgekehrt zwei laterale obere Gelenkhöcker (*a*) und einen medianen unteren Gelenkhöcker (*f*), ferner eine mediane obere Gelenkgrube (*b*) und zwei laterale untere Gelenkgruben (*d*). Wie die Höcker und Gruben ineinandergreifen wird man sich leicht vorstellen können, wenn man sich die in Fig. 4 und 5 abgebildeten Flächen einander zugekehrt denkt.

Dass sich in der Mittellinie der Wirbel, welche ja der Verwachsungs-

linie der beiden Wirbelhälften entspricht, ein unpaarer Gelenkhöcker sowie eine unpaare Gelenkgrube befinden, könnte Bedenken gegen eben jene Verwachsung hervorrufen. Bei genauerer Betrachtung jedoch schwindet dieses Bedenken, denn es ergiebt sich, dass sowohl der mediane Gelenkhöcker der adoralen Seite und der untere mediane Gelenkhöcker der aboralen Seite als auch die entsprechenden medianen Gelenkgruben je zwei emailglänzende Gelenkflächen besitzen, die rechts und links von der Medianebene des Wirbels gelegen sind. Die unpaaren Gelenkhöcker sind also nur scheinbar unpaare Gebilde und in Wirklichkeit durch Verwachsung eines Paares der Medianebene des Wirbels nahegelegener Gelenkhöcker zu erklären und ganz ähnlich verhält es sich mit den scheinbar unpaaren medianen Gelenkgruben. Zählen wir die emailirten Gelenkflächen der adoralen oder aboralen Wirbeloberflächen, so erhalten wir deren jedesmal acht. Jeder Wirbel hat also für die Verbindung mit seinen beiden Nachbarn zweimal acht Gelenkflächen, von denen zweimal vier auf jede Wirbelhälfte kommen.

Die Einrichtung der Gelenkverbindung zwischen den Wirbeln gestattet demzufolge sowohl die Bewegung des Armes in einer horizontalen als auch in einer verticalen Ebene, jedoch sind beide Bewegungsweisen auf eine verhältnissmässig geringe Ausgiebigkeit beschränkt. Letzteres gilt besonders für den proximalen Armabschnitt mit seinen zusammengedrängten, in der Richtung der Längsachse des Armes sehr kurzen Wirbeln, während selbstverständlich im distalen Theile des Armes mit der relativ grösseren Länge der Wirbel auch eine grössere Ausgiebigkeit in der Bewegungsweise eintritt. Die Armspitze vermag in Folge dessen sich sowohl in der Vertical- als auch in der Horizontalebene stärker zu krümmen als die Armbasis. Die Action der vier Zwischenwirbelmuskel ist leicht zu verstehen; bei der Biegung des Armes in der Verticalebene treten bei der Aufwärtsbiegung des Armes die beiden oberen Zwischenwirbelmuskel, bei der Abwärtsbiegung die beiden unteren Zwischenwirbelmuskel in Thätigkeit; bei der Biegung des Armes nach der Seite contrahiren sich der obere und der untere Zwischenwirbelmuskel der betreffenden Seite.

Betrachten wir nun die Wirbel von ihrer ventralen Seite (Fig. 7), so sehen wir dort in der Medianebene des Armes eine Rinne, die Ventralrinne der Wirbel, eingesenkt, in deren Grund jeder Wirbel rechts und links von der Mittellinie zwei Oeffnungen besitzt. Diese Oeffnungen führen in feine die Wirbel durchbohrende Canäle. Die adorale von diesen beiden Oeffnungen (*n*) dient zur Aufnahme eines Nervenastes, welcher vom radiären Nervenstamm des Armes entspringt. Der den Nervenast aufnehmende Canal verläuft im Innern des Wirbels im Allge-

meinen vertical aufsteigend, jedoch ein wenig schief, so dass die Stelle, an welcher er wieder an der Oberfläche des Wirbels anlangt, weiter von der Medianebene des Armes entfernt ist als die Eintrittsstelle des Canals im Grunde der ventralen Rinne des Wirbels. Jene Austrittsstelle des Nervenastes aus dem Wirbel befindet sich an der adoralen Seite des letzteren und zwar dicht hinter und über dem lateralen unteren Gelenkhöcker; bei der Ansicht des Wirbels genau von der Adoralseite wird sie in Folge dessen nicht wahrnehmbar. Der Nervenast selbst scheint für die Innervation des oberen Zwischenwirbelmuskels bestimmt zu sein.

Die aborale der jederseits in der Ventralrinne des Wirbels gelegenen beiden Oeffnungen (Fig. 7 *h'*) nimmt den für das Füsschen der betreffenden Seite bestimmten Zweig des in der Ventralrinne gelegenen radiären Wassergefässes auf. Auch sein Verlauf im Wirbel ist ein wenig schief, so dass die Austrittsstelle (Fig. 6 *h'*) weiter von der Medianebene des Armes entfernt ist als die Eintrittsstelle. Jene Austrittsstelle liegt an der aboralen Seite des Wirbels hinter und seitlich von den lateralen oberen Gelenkhöckern der aboralen Seite (Fig. 6 *h'*). An dieser Stelle liegt also der zum Füsschen gehende Wassergefässzweig wieder frei, d. h. nicht mehr von der Skeletmasse des Wirbels, sondern nur noch von Weichtheilen umgeben. Er verläuft dann der lateralen Seite des oberen lateralen Gelenkhöckers anliegend in einer gekrümmten Rinne eben dieses Gelenkhöckers (Fig. 6). Die genannte Rinne zieht anfänglich aboralwärts und zugleich ein wenig dorsalwärts aufsteigend; dann biegt sie um und verläuft nunmehr adoralwärts und zugleich ein wenig ventralwärts, so dass ihr Ende schliesslich fast senkrecht unter ihren Beginn zu liegen kommt. Hier angekommen tritt der Wassergefässzweig wieder in die Kalkmasse des Wirbels ein (Fig. 6 *h''*) um erst an der ventralen Seite im Grunde einer kreisförmig umrandeten Grube (Fig. 7 *h*) wieder zum Vorschein zu kommen und sich dort in den Hohlraum des sich daselbst inserirenden Füsschens fortzusetzen.

Von dem nach der Medianebene des Armes hin gelegenen Theile der Umrandung der Füsschengrube zieht eine ganz seichte Rinne schief (median- und adoralwärts) nach der Ventralrinne des Wirbels; sie ist für die Aufnahme des vom radiären Nerven kommenden und zum Füsschen tretenden Nervenzweiges bestimmt.

Der Rand des scheibenförmigen Wirbels dient der Insertion der Bandmassen, welche ihn mehr oder weniger fest mit dem Rückenschild, den Seitenschildern und dem Bauchschild verbinden. Ganz frei von solchen Bandverbindungen bleiben 1) die Ventralrinne des Wirbels, 2) ein medianer Einschnitt an der Dorsalseite des Wirbels für die Aufnahme des Hauptabschnittes der den Arm durchziehenden Fortsetzung der

Leibeshöhle, 3) die aborale Partie der Umrandung der Füsschengrube.

Bei einem Vergleich der eben beschriebenen Skelettheile des Armes der Ophiuren mit denjenigen der Asterien erscheint es mir zweifellos, dass, wie schon MECKEL[1]) und JOH. MÜLLER[2]) behaupteten und seither von der Mehrzahl der Autoren festgehalten worden ist, die Wirbel der Ophiuren den gleichnamigen Stücken der Asterien gleichzusetzen sind. Wenn auch die Wirbel der Ophiuren mit Beziehung auf diejenigen der Asterien eine ganze Reihe von Umbildungen, deren wichtigste sogleich hervorgehoben werden sollen, erfahren haben, so müssen sie bei der übereinstimmenden Lagebeziehung zum Wassergefässsystem dennoch als homologe Skeletbildungen aufgefasst werden. Diese Auffassung wird wesentlich dadurch gestützt, dass nur sie allein, wie wir nachher sehen werden, es gestattet, für das Mundskelet der Ophiuren ein vergleichend-anatomisches Verständniss zu gewinnen.

Neuerdings ist die gegentheilige Auffassung GAUDRY's[3]), dass die Wirbel der Ophiuren nicht den Wirbeln der Asterien homolog seien, sondern vielmehr ganz besondere, einzig und allein den Ophiuren zukommende Skeletbildungen darstellten, wieder von LYMAN[4]) aufgenommen worden. LYMAN sucht seine Meinung mit der Entstehungsgeschichte des Armskeletes bei beiden in Frage kommenden Echinodermengruppen zu beweisen. Er hält nicht die Wirbel der Ophiuren, sondern die Bauchschilder für homolog mit den Wirbelstücken der Asterien und dies aus dem Grunde, weil die Bauchschilder der Ophiuren in ihrer Entstehungsweise mit den Wirbeln der Asterien übereinstimmen. Des Näheren führt er die Behauptung der übereinstimmenden Genese der Bauchschilder der Ophiuren mit den Wirbelstücken der Asterien nicht aus, jedoch glaube ich, wenn ich das was LYMAN kurz vorher[5]) über die Entstehung der Bauchschilder bei den Ophiuren angiebt, mit dem was über die Entstehung der Asterienwirbel bekannt ist, zusammenhalte,

1) JOH. FRIEDR. MECKEL, System d. vergleichenden Anatomie. 2. Theil, 1. Abth. Halle 1824. p. 28.

2) Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 52, 76.

3) ALBERT GAUDRY, Mémoire sur les pièces solides chez les Stellérides. Ann. sc. nat. 3. sér. Zool. T. XVI. Paris 1851. p. 356 sqq.

4) THEODORE LYMAN, Ophiuridae and Astrophytidae, Old and New. Bull. of the Mus. of Comparative Zoology at Harvard College, Cambridge, Mass. Vol. III. Nr. 10. 1874. p. 259. Die dort von LYMAN gegebenen Abbildungen und Beschreibungen der Skelettheile verschiedener Ophiuren bitte ich mit meinen sich zunächst immer auf Ophiarachna incrassata beziehenden Angaben zu vergleichen um eine Anschauung von der grossen Variabilität in der Gestalt der einzelnen Skeletstücke zu gewinnen.

5) l. c. p. 258.

nicht zu irren, wenn ich der Meinung bin, dass Lyman sagen will: die Wirbel der Asterien bilden sich oralwärts von der Terminalplatte des Armes, so dass der jüngste Wirbel immer zwischen der Terminalplatte und dem zweitjüngsten Wirbel liegt; ebenso, in derselben Beziehung zur Terminalplatte des Armes, entstehen auch die Bauchschilder bei den Ophiuren: folglich sind beide Skeletbildungen homolog. Es ist aber bis jetzt ein Punkt in der Bildungsgeschichte der Skelettheile des Asterienarmes nicht genügend beachtet worden, welcher die obige Schlussfolgerung nicht gestattet. Es sind nämlich bei den Asterien nicht nur wie gewöhnlich angegeben wird die Wirbelstücke, die ihre Entstehungsstelle an der oralen (oder richtiger, wie wir gleich sehen werden, ventralen) Seite der Terminalplatte haben, sondern an derselben Stelle und in derselben Reihenfolge wie die Wirbelstücke bilden sich auch die Adambulacralstücke. Bei jungen Seesternen, die wahrscheinlich zu Asterias glacialis gehören und welche von Prof. Keferstein in Bergen gesammelt wurden und sich jetzt im Besitz des Göttinger zoologischen Museums befinden, erkennt man, dass die jüngsten Wirbel mitsammt den zu ihnen gehörigen Adambulacralstücken an der ventralen Seite der Terminalplatte des Armes entstehen und zwar in der Reihenfolge, dass der jüngste Wirbel und die jüngsten Adambulacralstücke am weitesten aboralwärts liegen. Das gleiche Verhalten hat auch Lovén von jungen Exemplaren von Asterias glacialis abgebildet[1]). Da also nicht nur die Wirbelstücke, sondern auch die Adambulacralstücke der Asterien diesen Entstehungsmodus zeigen, so können auch die Bauchschilder der Ophiuren wegen einer gleichen Entstehungsweise nicht ohne Weiteres mit den Wirbelstücken der Asterien verglichen werden und dies um so weniger als auch die Seitenschilder und endlich die Wirbel selbst bei den Ophiuren in derselben Weise adoral von der Terminalplatte des Armes sich bilden.

Gegen die Lyman'sche Ansicht spricht aber auch direct schon der Umstand, dass nach ihr zweifellos unpaare Gebilde (die Bauchschilder der Ophiuren) mit nicht minder zweifellos paarigen (die Wirbelstücke der Asterien) homologisirt werden. Gaudry[2]) hatte diesen Fehler schon vermieden, denn wenn seine Auffassung auch darin mit der späteren Lyman'schen Ansicht übereinstimmt, dass die Wirbel der Ophiuren nicht den Wirbeln der Asterien vergleichbar, sondern Bildungen sui generis seien, so suchte er doch das Homologon der Asterienwirbel bei den Ophiuren nicht in den Bauchschildern, welche er als accessorische Stücke betrachtet, sondern in den Seitenschildern. Dem hat aber schon Joh.

1) S. Lovén, Études sur les Échinoidées. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bdt. 11. Nr. 7. Stockholm 1875. Taf. LIII, Fig. 258.

2) l. c.

MÜLLER[1]) richtig entgegen gehalten, dass die Seitenschilder der Ophiuren mit den Adambulacralstücken der Asterien verglichen werden müssen, weil beide Gebilde in ähnlicher Weise in die Mundecken übergehen.

Noch weniger haltbar als die GAUDRY'sche Auffassung der Seitenschilder als Homologa der Wirbelstücke der Asterien, war die Ansicht von MECKEL[2]), dass die Seitenschilder der Ophiuren den Randplatten der Seesterne zu vergleichen seien. JOH. MÜLLER[3]) hat diese Ansicht hinlänglich zurückgewiesen und dieselbe wird gewiss keinen Vertheidiger mehr finden, so dass es kein Interesse hat, näher darauf einzugehen, ebensowenig wie auf die andere MECKEL'sche Auffassung, dass die Bauchschilder der Ophiuren durch eine Fusion der Adambulacralstücke der Seesterne entstanden seien.

Wenn es überhaupt eine vergleichend anatomisch begründbare Auffassung des Armskeletes der Ophiuren und Asterien giebt, so kann meiner Meinung nach über die Homologie der Wirbel der Ophiuren mit den Wirbeln der Asterien sowie der Seitenschilder der Ophiuren mit den Adambulacralstücken der Asterien kein Zweifel herrschen. Namentlich am Mundskelet wird es klar, dass ohne diese Auffassung der Willkür der Deutung Thür und Thor geöffnet sind.

Indessen ist bei dieser Auffassung doch im Auge zu behalten, dass die Uebereinstimmung in der Lagebeziehung zu den wichtigsten Organen sowie in der Entstehungsweise wie sie einerseits die Homologie der in Rede stehenden Skelettheile erweist, so anderseits doch beträchtliche Verschiedenheiten derselben nicht ausschliesst. So sehen wir bei den Asterien die Zweige des Wassergefässsystems, die zu den Füsschen gehen, niemals in die Wirbelsubstanz eindringen; dieselben liegen stets ventralwärts von den Wirbeln und zwischen je zweien derselben, und auch die Füsschenampulle tritt nicht durch die Substanz der Wirbelstücke hindurch, sondern steigt zwischen den seitlichen Fortsätzen je zweier aufeinanderfolgenden Wirbel empor. Bei den Ophiuren aber liegt der zum Füsschen gehende Wassergefässzweig zum grossen Theile im Inneren der Kalkmasse des Wirbels; eine eigentliche Füsschenampulle fehlt den Ophiuren bekanntlich gänzlich und die Füsschen entspringen nicht wie bei den Asterien zwischen je zwei Wirbelstücken, sondern sitzen auf dem Wirbel in einer besonderen Grube der Ventralseite desselben. Beachtenswerth ist nun für die Beseitigung dieser scheinbar aller Homologie zwischen Ophiuren- und Asterienwirbel widersprechenden Differenz, dass die Füsschengruben wie auch der Verlauf des Wassergefässzweiges

1) l. c. p. 54. 2) l. c. p. 28. 3) l. c. p. 53, 76.

zum Füsschen bei den Ophiuren stets auf den aboralen Bezirk des Wirbels beschränkt sind. An den platten, scheibenförmigen Wirbeln des proximalen Armabschnittes, woselbst die aborale und die adorale Fläche einander sehr genähert sind, fällt dies weniger auf als an den langgestreckten Wirbeln des distalen Armabschnittes. Hier sind die Füsschengruben nicht etwa in der Mitte der Ventralseite der langgestreckten Wirbel gelegen, sondern sie behaupten ihren Platz an dem aboralen Rande der ventralen Seite und auch den Wassergefässzweig finden wir an demselben aboralen Abschnitte des Wirbels. Daraus scheint mir hervorzugehen, dass jeder Wassergefässzweig mit seinem Füsschen bei den Ophiuren ursprünglich zwischen je zwei Wirbeln gelegen war und erst secundär durch Umwachsung von Seiten des aboralen Abschnittes des adoralwärts von dem betreffenden Füsschen gelegenen Wirbels zum Theil in die Substanz des letzteren eingelagert worden ist. Demnach entspricht z. B. das zwölfte Füsschenpaar einer Ophiure, welches also dem zwölften Wirbel derselben aufsitzt, dem zwölften, d. h. dem zwischen dem zwölften und dem dreizehnten Wirbel einer Asterie gelegenen Füsschenpaare. Für die Auffassung, dass der Wassergefässzweig zum Füsschen erst secundär im grössten Theil seines Verlaufes in den aboralen Bezirk des Wirbels eingelagert worden ist, spricht auch der Umstand, dass ein Theil des Wassergefässzweiges dort noch frei zu Tage tritt, sowie ferner das Verhalten des Randes der Füsschengrube zur Seitenplatte. Wie schon oben gesagt, geht der aborale Theil dieser Umrandung, also der nach meiner Auffassung erst secundär entstandene, keine Bandverbindung mit der Seitenplatte ein, während dies wohl der Fall ist mit dem adoralen Rande der Füsschengrube. Ich habe hier secundäre Verkalkungen in dem, dem typischen Asterienwirbel an seiner aboralen Seite benachbarten, Bindegewebe angenommen, um daraus die Eigenthümlichkeit des Ophiurenwirbels zu erklären. Ich denke, dass diese Annahme nicht durch den Vorwurf zu grosser Willkür getroffen werden kann, wenn man erwägt, in wie ausgedehntem Maasse bei den Echinodermen und besonders auch bei den Ophiuren alle bindegewebigen Theile zu Verkalkungen neigen.

Bei den Asterien habe ich mich früher der Joh. Müller'schen Terminologie angeschlossen und die Wirbelhälften als Ambulacralstücke bezeichnet. Mit demselben Namen können wir auch die ihnen homologen, aber paarweise fest mit einander verwachsenen Wirbelhälften der Ophiuren bezeichnen. Die Seitenschilder der Ophiuren können mit Bezug auf die ihnen homologen Stücke der Asterien Adambulacralstücke genannt werden. Die Bauchschilder der Ophiuren aber halte ich mit

JOH. MÜLLER für eine nur allein den Ophiuren eigene Skeletbildung, nur bin ich aus praktischen Rücksichten mit seiner Bezeichnung »superambulacrale Platten« nicht einverstanden, weil man sich dazu die Ophiure nicht in der natürlichen Haltung mit der Ventralseite nach unten und der Dorsalseite nach oben, sondern umgekehrt denken muss. In der natürlichen und mit derjenigen der Asterien übereinstimmenden Lage der Ophiure liegen die Bauchschilder nicht über, sondern unter den Ambulacralstücken, sind also richtiger als subambulacrale Stücke zu benennen.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der verschiedenartigen Ausdeutungen, welche die besprechenen Skeletstücke der Ophiuren bei MECKEL, GAUDRY, MÜLLER und LYMAN erfahren haben. Die erste Quercolumne benennt die Stücke mit dem in den systematischen Beschreibungen meistens üblichen Namen, die zweite giebt den mit Bezug auf die Asterien nach den oben entwickelten Ansichten gewählten vergleichend-anatomischen Terminus, die dritte, vierte, fünfte und sechste geben die den vergleichend-anatomischen Anschauungen der genannten Forscher entsprechende Bezeichnung.

	Wirbel	Seitenschild	Bauchschild
	Ambulacralstück (der Asterien)	Adambulacralstück (der Asterien)	Subambulacralstück (fehlt den Asterien)
Meckel 1824	Ambulacralstück (der Asterien)	Randplatte (der Asterien)	Adambulacralstück (der Asterien)
Gaudry 1851	Accessorisches Stück (fehlt den Asterien)	Ambulacralstück (der Asterien)	Accessorisches Stück (fehlt den Asterien)
Müller 1854	Ambulacralstück (der Asterien)	Adambulacralstück (der Asterien)	Superambulacralstück (fehlt den Asterien)
Lyman 1874	Accessorisches Stück (fehlt den Asterien)		Ambulacralstück (der Asterien)

Im Bereich der Scheibe verhalten sich die Wirbel mitsammt den Seitenplatten und den Bauchplatten ganz so wie im proximalen Abschnitte des Armes; erst am Peristom angelangt erfahren sie eine Umwandlung, in Folge deren das complicirte und bis jetzt vergleichend-anatomisch noch nicht genügend aufgeklärte Mundskelet zu Stande kommt. Es sind wie im Nachfolgenden gezeigt werden wird zwei Paare von Ambulacralstücken mit den zugehörigen Adambulacral- und Subambulacralstücken, welche das Mundskelet constituiren. Demzufolge ist der erste auf das Mundskelet folgende Wirbel eines jeden Armes der

dritte. Dieser dritte Wirbel entfernt sich aber auch schon von der oben beschriebenen Gestalt der typischen Armwirbel und verlangt dadurch eine besondere Besprechung.

Die Differenz des dritten Wirbels von den übrigen auf ihn folgenden Armwirbeln macht sich besonders auf seiner adoralen Seite geltend. Die aborale Seite (Fig. 2) zeigt sich nicht wesentlich von der entsprechenden Seite der übrigen Wirbel (Fig. 5) verschieden, wenn auch in den Einzelheiten des Reliefs und der Grössenverhältnisse Unterschiede vorhanden sind, wie die Abbildungen zeigen. Fig. 3 giebt, um die Gelenkverbindung des dritten mit dem vierten Wirbel zu erläutern, eine Ansicht des letzteren von der adoralen Seite. Aus einem Vergleich dieser Abbildung mit derjenigen der adoralen Seite eines beliebigen anderen Wirbels (Fig. 4) des proximalen Armabschnittes wird ersichtlich, dass bei der übereinstimmenden Bildung der Gelenkgruben und Gelenkhöcker die Verbindungsweise des dritten mit dem vierten Wirbel sich ebenso wie diejenige der übrigen Wirbel verhält.

Anders aber gestaltet sich die Sache bei der Gelenkverbindung des dritten Wirbels mit dem in das Mundskelet eingetretenen zweiten Wirbel. Was bei einer Ansicht des dritten Wirbels von der adoralen Seite (Fig. 1) sofort in die Augen fällt ist der Mangel des oberen medianen Gelenkfortsatzes und der unteren medianen Gelenkgrube, die wir an derselben Seite der übrigen Wirbel gefunden hatten. Ferner finden wir statt der oberen lateralen Gelenkgruben einen Gelenkfortsatz (*a*) auftreten, der seine Gelenkfläche an seiner medianwärts gerichteten Seite trägt. Die unteren lateralen Gelenkfortsätze (*b*) sind wie bei den übrigen Wirbeln vorhanden, aber kräftiger entwickelt. Die vier Gelenkhöcker der adoralen Seite des dritten Wirbels articuliren mit vier Erhebungen an der aboralen Seite des zweiten Wirbels (Fig. 13 *a*, *b*), zwei oberen Erhebungen, welche von den oberen Gelenkfortsätzen des dritten Wirbels von den Seiten etwas umgriffen werden, und zwei unteren Erhebungen, welche sich auf den unteren Gelenkfortsätzen bewegen.

Durch den Mangel der medianen Gelenkverbindung sowie ferner der oberen lateralen Gelenkgruben und durch die bedeutendere Erhebung der lateralen Gelenkfortsätze ist die ganze Verbindung zwischen dem dritten und dem zweiten Wirbel eine freiere als zwischen den übrigen Wirbeln geworden; die Ausgiebigkeit der Bewegung ist sowohl in der horizontalen als ganz besonders in der verticalen Ebene eine grössere. Diese grössere Beweglichkeit kommt dem Mundskelet für seine Thätigkeit im Dienste der Nahrungsaufnahme zu Statten. Das Heben und Senken der Mundecken kommt wesentlich durch die Gelenkverbindung zwischen zweitem und drittem Wirbel zu Stande, geschieht

aber entsprechend der Einrichtung dieses Gelenkes nicht so, dass beim Heben die Mundecken genau vertical nach oben (dorsalwärts, gegen den Mundeingang hin) sich bewegen, sondern vielmehr so, dass sie zugleich eine Drehung um eine horizontale Achse erfahren. In Folge dessen sind bei dorsalwärts gehobenen Mundecken die oberen Endpunkte derselben (x in Fig. 11) weiter von einander entfernt als die unteren Endpunkte (y in Fig. 11); bei ventralwärts gesenkten Mundecken ist es umgekehrt: die unteren Endpunkte sind weiter von einander entfernt als die oberen.

Abgesehen von der eben erörterten Gelenkverbindung mit dem zweiten Wirbel zeigt der dritte Wirbel noch eine andere Eigenthümlichkeit, die sich an keinem der übrigen Wirbel wiederfindet. An seiner ventralen Seite nämlich besitzt er für die Aufnahme des radiären Wassergefässes nicht wie die übrigen Wirbel eine Rinne, sondern einen Canal, der dadurch zu Stande kommt, dass sich eine Kalkspange, die eine Fortsetzung des Wirbels ist, ventralwärts von der Rinne entwickelt und dieselbe so zu einem Canal abschliesst. Während im übrigen Bereich des Ambulacralskeletes sich zwischen radiäres Wassergefäss und radiären Nerven nirgends eine verkalkte Scheidewand einschiebt, geschieht dies an dieser einen Stelle. Ob auch bei anderen Ophiuren Aehnliches vorkommt habe ich selbst noch nicht weiter untersucht. Joh. Müller[1]) aber erwähnt es von Ophiocoma erinaceus: »Am Anfang der Arme ist die Rinne in einigen Ophiuren durch eine quere knöcherne Brücke in eine untere (= dorsale) Etage für den Ambulacralcanal und eine obere (= ventrale) für den Nerven abgetheilt, welche am übrigen Theil der Arme eingeht: Ophiocoma erinaceus u. a.« Diese verkalkte Brücke, welche sich bei Ophiarachna incrassata nur am dritten Wirbel, bei anderen Ophiuren aber nach Joh. Müller bei einer grösseren Anzahl von Wirbeln zwischen Wassergefäss und Nerv entwickelt, entsteht durch die Bildung eines medianen Fortsatzes der Ambulacralstücke. Indem sich an jedem der beiden Ambulacralstücke, aus deren Vereinigung der Wirbel besteht, ein solcher Fortsatz entwickelt, der mit seinem Partner in der Medianebene des Radius zusammenstösst, kommt die Brücke zwischen Wassergefäss und Nerv zu Stande.

Vergleichend-anatomisch ist in Bezug auf den medianen Fortsatz der Wirbel beachtenswerth, dass eine ganz gleiche Bildung, wie ich unlängst nachgewiesen habe, auch unter den Asterien und zwar bei der Gattung Brisinga vorkommt[2]). Es sind dort freilich nicht dieselben dritten Ambulacralstücke wie bei Ophiarachna incrassata, die einen

1) l. c. p. 97. Erklärung der Fig. 9 der Taf. VII.

2) Zur Kenntniss der Gattung Brisinga. p. 235.

medianen Fortsatz entwickeln, sondern es sind bei Brisinga die ersten Ambulacralstücke, deren Homologa bei den Ophiuren wir in sehr umgewandelter Gestalt in den sogenannten Peristomalplatten des Mundskeletes wiederfinden werden. Im Uebrigen aber ist die Bildung der medianen Wirbelfortsätze bei Ophiuren und bei Brisinga eine ganz gleiche. Auch bei Brisinga treffen die beiden Fortsätze der betreffenden Ambulacralstücke in der Medianebene des Armes ventralwärts von dem radiären Wassergefässe aufeinander und trennen auf diese Weise das letztere durch eine verkalkte Spange von dem radiären Nerven.

Diese unerwartete Uebereinstimmung eines bis jetzt unter den Asterien isolirt dastehenden Vorkommnisses mit dem gleichen hier allerdings weniger seltenen Befunde bei Ophiuren ist zugleich ein Beweisstück mehr für die Homologie des Wirbels der Ophiuren mit demjenigen der Asterien.

Endlich bedarf noch diejenige Differenz des dritten Wirbels der Ophiarachna von den übrigen Wirbeln Erwähnung, welche sich an demselben in Bezug auf den Verlauf der Wassergefässzweige zu den Füsschen ergiebt. Auf der adoralen Seite des dritten Wirbels gewahrt man oberhalb des Canals für das radiäre Wassergefäss zwei seitlich und einander gegenüber gelegene Oeffnungen (Fig. 1 *b*). Es sind das die Eintrittsstellen der für das dritte Füsschenpaar bestimmten Wassergefässzweige, welche von dort an in ihrem ganzen Verlauf im Innern des Wirbels verborgen bleiben, ohne wieder wie bei den übrigen Wirbeln eine Strecke weit zu Tage zu treten, bis sie die Insertionsgrube des Füsschens an der ventralen Seite des Wirbels erreicht haben. Die Wassergefässzweige zu dem dritten Füsschenpaare haben also in ihrer Lagebeziehung zu dem dritten Wirbel eine noch weitere Verschiebung in der adoralen Richtung erfahren als bei den übrigen Wirbeln. Ich zeigte oben, dass man, um die Verhältnisse einer Asterie auf diejenigen einer Ophiure beziehen zu können, die Wassergefässzweige zu den Füsschen, die bei den Asterien zwischen den Ambulacralstücken liegen, bei den Ophiuren in den aboralen Abschnitt der Wirbel hineingerückt denken muss; mit anderen Worten, es haben sich die Füsschencanäle bei den Ophiuren im Vergleich mit denjenigen der Asterien adoralwärts vorgeschoben. Bei dem dritten Wirbel geht das noch weiter. Dort kommt kein Abschnitt des Füsschencanales an der aboralen Seite des Wirbels mehr zum Vorschein und die Eintrittsstelle des Füsschencanales in das Ambulacralstück ist von der ventralen Seite desselben auf die adorale Seite vorgerückt (vergl. auch Fig. 15 und 16).

Ich wende mich nunmehr zur Betrachtung des Mundskeletes.

Die Haupttheile desselben, die durch ihre Grösse am bemerkenswerthesten sind und durch ihre Lage und Verbindungsweise die allgemeine Gestalt des Mundskeletes bedingen, sind die Mundeckstücke (Fig. 9, 11, 13). Von der Fläche betrachtet hat jedes Mundeckstück eine unregelmässig vierseitige Gestalt, an der wir die vier Seiten als dorsale, ventrale, adorale und aborale unterscheiden können, während die der Medianebene des Radius zugekehrte Fläche die adradiale, die derselben Ebene abgekehrte und der Medianebene des Interradius zugewendete Fläche die abradiale heissen möge.

Beginnen wir mit der Betrachtung der letztgenannten abradialen Fläche (Fig. 13). Dieselbe besitzt an ihrem adoralen Rande eine grössere Anzahl quergestellter Leisten und Gruben, welche in entsprechende Gruben und Leisten des anstossenden Mundeckstückes des benachbarten Radius hineinpassen und die Gelenkverbindung zwischen beiden Mundeckstücken vermitteln. An der aboralen Seite besitzt jedes Mundeckstück zwei übereinander gelegene Gelenkhöcker (*a*, *b*) für die oben besprochene Verbindung mit dem dritten Wirbel. Am dorsalen Rande des Mundeckstückes werden zwei Furchen in der Seitenansicht sichtbar; die weiter adoralwärts gelegene (*r'*) dient für die Aufnahme des Nervenringes, während die weit weniger tiefe und mehr aboralwärts gelegene (*r*) den Wassergefässring beherbergt. Die abradiale Fläche endlich selbst wird zum grossen Theil gebildet von einer von dem aboralen Rande herkommenden Platte (*c*), welche wie aus dem Folgenden ersichtlich werden wird, der umgebildete Flügelfortsatz des zweiten Wirbelstückes ist; dieselbe ist kein besonderes Skeletstück, sondern nur ein Fortsatz des Mundeckstückes. Nicht bei allen Ophiuren liegt diese Platte der Hauptmasse des Mundeckstückes so flach auf, wie es hier bei Ophiarachna der Fall ist, wo sie sich nur an ihrem aboralen Rande (rechts in der Figur) ein klein wenig von dem Mundeckstücke abhebt. So z. B. steht sie bei Ophiocoma scolopendrina mit ihrem aboralen Rande in einem Winkel von dem Mundeckstücke ab (man denke sich dazu in Fig. 13 den rechten Rand der Platte weiter vorspringend und zugleich gegen den Beschauer hin gerichtet). Diese Platte dient zum Ansatz eines kräftigen Muskels, welcher die beiden benachbarten Mundeckstücke zweier aneinander grenzenden Radien einander zu nähern vermag[1]).

An der adradialen Seite (Fig. 11) zeigt das Mundeckstück noch eine

1) Vergl. R. Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. II. Ophiuriae. Jenaische Zeitschrift f. Naturw. X. 1876. Taf. VIII, Fig. 6, 7; *mire*, Musculus iterradialis externus. Simroth, Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens. Theil. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XXVII. Taf. XXXII, Fig. 16. *M. ab*, usculus interradialis aboralis.

grössere Mannigfaltigkeit. Zunächst fallen ins Auge die beiden Gruben für das erste und zweite Füsschen, die wegen ihrer Lage in der nächsten Nähe des Mundes den Namen Mundfüsschen oder Mundtentakel führen. Die beiden Gruben liegen nicht vertical unter einander, sondern die für das erste Füsschen bestimmte (F_1) liegt weiter adoralwärts als die für das zweite Füsschen (F_2). Beide Füsschengruben sind adoralwärts überdacht von einer ihrem Rande aufsitzenden dünnen Kalkschuppe (S_1, S_2 in Fig. 8, 9, 10; bei Fig. 11 weggelassen). Zwischen beiden Füsschengruben bildet das Mundeckstück eine Leiste, welche zwischen den Füsschengruben am höchsten ist, nach dem adoralen Rande des Mundeckstückes aber allmälig verstreicht; sie dient zur Insertion einer Anzahl von Kalkpapillen (*P* in Fig. 8, 10; in Fig. 11 nur durch die Insertionsstellen bezeichnet). Wir wollen sie die inneren Mundpapillen nennen. Die beiden Rinnen, welche wir bei der Betrachtung der Mundeckstücke an deren dorsalem Rande wahrnahmen, setzen sich auf die adradiale Seite fort und zwar die Rinne des Nervenringes in einen für die Aufnahme des radiären Nerven bestimmten Halbcanal (r') und die Rinne des Wassergefässringes in eine Furche, welche das radiäre Wassergefäss aufnimmt (r). Beide Rinnen liegen an dem dorsalen Rande beträchtlich weiter auseinander als an dem ventralen Rand, woselbst sie sich dicht übereinander legen, indem sie zugleich in die horizontale Richtung, in welcher Wassergefäss und Nerv weiterhin im Arme verlaufen, umbiegen. An dem aboralen Rande der uns eben beschäftigenden Seite des Mundeckstückes sehen wir endlich noch die Gelenkfläche (a) für die Verbindung mit der mit den entsprechenden Erhebungen und Vertiefungen ausgestatteten Gelenkfläche des anderen zum gleichen Radius gehörigen Mundeckstückes.

An seinem ventralen Rande trägt das Mundeckstück die Mundpapillen und Zahnpapillen (Fig. 10 MP_1 PZ).

Auf der dorsalen Oberfläche (Fig. 9) des Mundeckstückes werden besonders die beiden schon bei der abradialen Ansicht besprochenen Rinnen für den Nervenring (r^1) und den Wassergefässring (r) sichtbar. Im Grunde der Rinne des Wassergefässringes sieht man (Fig. 8, 9 b) einen Porus, welcher in das Mundeckstück hinein führt und zur Aufnahme eines vom Wassergefässringe entspringenden und das erste und zweite Füsschen versorgenden Wassergefässzweiges dient. Den weiteren Verlauf des mit dem erwähnten Porus beginnenden Canals, sowie der beiden aus der Theilung des letzteren entstehenden Canäle, welche zu den in der Tiefe der Füsschengruben (Fig. 9) gelegenen Oeffnungen hinziehen, zeigt Fig. 12.

Bevor wir nun die Mundeckstücke verlassen und zu den übrigen

Bestandtheilen des Mundskeletes übergehen, muss noch ein wichtiger Punkt in Betreff jener hervorgehoben werden. Wie Joh. Müller zuerst erkannte ist das Mundeckstück kein einheitliches Skeletstück, sondern aus der innigen Verwachsung zweier verschiedenen Stücke hervorgegangen. Von der Richtigkeit dieser Thatsache vermochte ich mich nicht nur bei Ophiocoma, Ophioglypha, Ophiomyxa, sondern auch bei der besonders von mir berücksichtigten Ophiarachna zu überzeugen. Durch eine verticale Verwachsungsnaht zeigt sich das Mundeckstück aus einem grösseren ambulacralen und einem kleineren interambulacralen Stücke zusammengesetzt. Da in den Abbildungen von Joh. Müller[1]), sowie auch neuerdings von Teuscher[2]) die Lage dieser Verwachsungsnaht hinreichend genau angegeben ist, so habe ich sie in meine Detailabbildungen nicht eingetragen, um letztere nicht unnöthiger Weise zu compliciren. Dieselbe findet sich aber eingetragen in das Schema, das ich in Fig. 16 entworfen habe. Bezüglich der beiden Füsschengruben ist dabei zu bemerken, dass dieselben stets dem ambulacralen Stücke des Mundeckstückes angehören.

Um die übrigen Theile des Mundskeletes uns vorzuführen, wollen wir von einer ventralen Ansicht desselben ausgehen (Fig. 10). Wir sehen da durch ihre Grösse auffallend die interradial gelegenen allbekannten Mundschilder (MS_1), deren sich in jedem Interradius je eines findet; nur für die Gattung Ophiarachna ist charakteristisch, dass sich an den aboralen Rand des dem einzigen Mundschilde der übrigen Ophiuren entsprechenden grossen Schildes (MS_1) noch ein kleineres zweites Mundschild (MS_2) anlagert. Rechts und links wird das Mundschild eingefasst von den sogen. Seitenmundschildern (Ad_2), an welche sich weiterhin die Seitenschilder des Armskeletes anschliessen (Ad_3, Ad_4, Ad_5).

Wenden wir jetzt das Mundskelet um, so dass sich uns die dorsale Oberfläche desselben darbietet, so tritt uns dort über jedem zu zwei benachbarten Radien gehörigen Paare von Mundeckstücken ein Paar von kleineren Kalkstücken entgegen (Fig. 8, Fig. 11 A_1); es sind das die von Meckel und Joh. Müller entdeckten und von Letzterem peristomiale (»peristomal« dürfte wohl sprachlich richtiger sein) Platten genannten Theile[3]). Sie legen sich von der Dorsalseite auf die Mundeckstücke und bedecken einen Theil des Nervenringes (Fig. 11) sowie des Wassergefässringes. Es sind, wie schon Joh. Müller als Regel angiebt, im Ganzen zehn peristomale Platten vorhanden und dieser Regel fügt sich auch Ophiarachna. »Bei Ophioderma kommen an der Stelle wo die

1) l. c. Taf. VII, Fig. 6 *f*.
2) l. c. Taf. VIII, Fig. 6, 7.
3) l. c. p. 79. Taf. VII, Fig. 3, 4, 5.

beiden Platten (in der Mittellinie eines jeden Interradius) aneinander stossen, noch zwei Plättchen vor, das eine vor der Vereinigung, das andere hinter der Vereinigung der beiden Platten«. Eine andere Ausnahme erwähnt Joh. Müller von Astrophyton; daselbst sind »die zwei Platten, welche auf der Rückseite der Mundecken liegen, zu einer einzigen vereinigt«. Möglicher Weise ist dieses abweichende Verhalten bei den Euryaliden zur Regel geworden. Es findet sich aber schon unter den echten Ophiuren. So zeichnet Teuscher [1]) von Ophiothrix fragilis, und ich kann die Richtigkeit seiner Angabe bestätigen, nur je eine peristomale Platte in jedem Interradius. Bei genauerer Untersuchung dieser unpaaren Peristomalplatten konnte ich indessen eine mittlere Verwachsungslinie an denselben erkennen, so dass ich mich in Uebereinstimmung mit der obigen auf Astrophyton bezüglichen Angabe Joh. Müller's berechtigt glaube, die unpaare Peristomalplatte als eine secundäre Verwachsung ursprünglich paariger Platten zu erklären. Die bei Ophioderma vorkommenden kleineren Plättchen wollen wir als accessorische Peristomalplatten unterscheiden.

Endlich sind bei der Beschreibung des Mundskeletes noch die Kalkplatten zu erwähnen, welche sich in der Mittellinie des Radius von der ventralen und adoralen Seite her über den für die Aufnahme des radiären Wassergefässes und des radiären Nerven bestimmten Raum lagern und ihn gegen die Aussenwelt abschliessen. Die eine dieser Kalkplatten schliesst sich an das zum dritten Wirbel gehörige Bauchschild unmittelbar an und es ist aus ihrer Form und Lagerung ihre Homologie mit den Bauchschildern des Armes so zweifellos und offenbar, dass ich der vergleichend-anatomischen Besprechung des Mundskeletes vorgreifend sie schon an dieser Stelle als **Bauchschild des Mundskeletes** bezeichnen will (Fig. 10 B_2). Dieses Bauchschild ist so gebogen, dass es mit dem einen Theile seiner äusseren Oberfläche ventralwärts mit dem anderen aber adoralwärts gerichtet ist. An dasselbe schliesst sich dann noch eine weit dünnere und bei manchen Ophiuren in nur sehr rudimentärer Gestalt zur Ausbildung gelangte Kalkplatte an, welche sich dorsalwärts bis an den Nervenring erhebt (Fig. 8, 9 B_1). Wie ich gleich nachher vergleichend-anatomisch zu begründen versuchen werde, nenne ich die letzterwähnte Kalkplatte **das erste Bauchschild** und demzufolge das andere vorhin schon besprochene Bauchschild des Mundskeletes **das zweite Bauchschild**. In Fig. 11 sind die beiden ersten Bauchschilder weggelassen. Ihre Anheftungsstelle an das Mundeckstück befindet sich auf der Erhebung zwischen den Füsschengruben einerseits und der Rinne für den radiären Nerven anderseits.

1) l. c. Taf. VIII, Fig. 7 *pp*.

Da wo die Mundeckstücke zweier benachbarten Radien aneinander stossen und sich gelenkig mit einander verbinden, sitzen ihrer in das Lumen des Mundvorhofes schauenden Kante, der Mundecke [1]), die Zähne auf, jedoch nicht unmittelbar, sondern auf besonderen Basalstücken, die in vielen Fällen zu einem einzigen Skeletstück, dem Torus angularis [2]), mit einander verwachsen sind; in anderen Fällen aber, und so verhält es sich bei Ophiarachna incrassata, besitzt fast jeder Zahn sein eigenes Basalstück. In Fig. 11 sind an dem adoralen (linken) Rande des Mundeckstückes die sogen. Zähne weggebrochen und wir erblicken untereinander gelegen die fünf Basalstücke der Zähne, von denen die vier oberen je eine, das untere zwei Gruben für die Insertion der Muskulatur ebensovieler Zähne besitzen. Diese fünf Basalstücke (in Fig. 8 ist links das obere Stück abgetrennt) bilden bei Ophiarachna zusammen den Torus angularis. Man erkennt daraus, dass der Torus angularis in der einheitlichen Gestalt, wie wir ihn bei den meisten Ophiuren finden, als ein erst secundär durch Verschmelzung der Basalstücke der Zähne entstandener Skelettheil zu betrachten ist. Die Zähne selbst aber sind nur umgewandelte Mundpapillen.

Das Mundskelet besteht nach dem Mitgetheilten hauptsächlich aus folgenden Stücken: 2×5 ambulacralen Mundeckstücken, 2×5 interambulacralen Mundeckstücken, 2×5 Peristomalplatten, 2×5 Seitenmundschildern, 5 Mundschildern; dazu kommen dann noch die in die Mundwinkel sich hineinerstreckenden Ventralplatten der Arme, die 5 Tori angulares mit ihren Zähnen und Zahnpapillen, endlich die Mundpapillen, sowie die Tentakelschuppen der beiden ersten Füsschenpaare. Es fragt sich nun ob sich alle diese zahlreichen Bestandtheile des Mundskeletes auf bestimmte Theile des Armskeletes zurückführen lassen, so dass wir das Mundskelet als eine Umbildung der adoralen Abschnitte der Arme zu betrachten hätten, oder ob dies nicht der Fall ist und wir gezwungen sind anzunehmen, dass in den Aufbau des Mundskeletes durchaus neue Theile eintreten, deren Homologa sich an den Armen nicht vorfinden. Ich bin überzeugt, dass die erstere Eventualität das Richtige trifft und will versuchen, dies im Einzelnen nachzuweisen. Es wird sich ergeben, dass alle Skeletstücke des Mundskeletes als Umbildungen bestimmter Skeletstücke des Armskeletes aufzufassen sind.

Gehen wir aus von den durch ihre Mächtigkeit vor Allem ins Auge

1) An der fünfzackigen Umrandung des Mundvorhofes der Ophiuren empfiehlt es sich der Klarheit der Ausdrucksweise halber Mundecke nur die fünf einspringenden interradiären Winkel, Mundwinkel aber die fünf ausspringenden, radiären Winkel zu nennen.

2) cf. Joh. Müller, l. c. 77.

fallenden Mundeckstücken, so müssen wir zunächst festhalten, dass wie JOH. MÜLLER zuerst zeigte, jedes Mundeckstück aus zwei unbeweglich mit einander verwachsenen Skeletstücken besteht, einem ambulacralen und einem interambulacralen. Das ambulacrale Mundeckstück (A_1) ist zweifellos homolog den Wirbelhälften oder Ambulacralstücken des Armskeletes. Alle Forscher, welche bisher das Mundskelet der Ophiuren untersucht haben, sind darüber einig. Der Unterschied des ambulacralen Mundeckstückes von den Ambulacralstücken des Armes liegt abgesehen von der Form wesentlich darin, dass dasselbe mit seinem Partner beweglich verbunden ist, während je zwei zu einander gehörige Ambulacralstücke des Armes unbeweglich miteinander zu dem Wirbel verschmolzen sind. Je zwei ambulacrale Mundeckstücke sind also als die beiden Hälften eines getheilten Armwirbels anzusehen oder correcter ausgedrückt: sie sind ein Paar von Ambulacralstücken, welche gleich denjenigen der Asterien beweglich miteinander verbunden und nicht wie die Paare der Ambulacralstücke des Armes unbeweglich miteinander verwachsen sind.

Die interambulacralen Stücke der Mundeckstücke wollen wir nun noch einen Augenblick bei Seite lassen und uns nach anderen Theilen des Mundskeletes umsehen, deren Deutung ebenso wie diejenige der ambulacralen Mundeckstücke eine möglichst sichere ist. Als solche stellen sich uns die Seitenmundschilder (Ad_2) dar. Wenn man beachtet wie diese Stücke, bei manchen Formen in auffälligster Weise, in Gestalt und Lagerung mit den Seitenschildern des Armes übereinstimmen, wird man keinen Augenblick im Zweifel sein können, dass sie mit den letzteren in eine und dieselbe morphologische Reihe gehören. Ebenso unverkennbar ist die morphologische Zusammengehörigkeit des zweiten Bauchschildes (B_2) des Mundskeletes mit den Bauchschildern des Armskeletes. Ich glaube mich hier einer längeren Auseinandersetzung enthalten zu können, da ein Blick auf die betreffende Abbildung (Fig. 10) die Richtigkeit des Gesagten ohne Weiteres darthun wird.

Beim Vergleiche des Armskeletes der Ophiuren mit denjenigen der Asterien zeigte ich, dass die Seitenschilder als Adambulacralplatten, die Bauchschilder als accessorische, den Asterien fehlende, subambulacrale Platten aufzufassen sind. Wir sind also berechtigt, da wir die ambulacralen Mundeckstücke als Homologa der Wirbelhälften, die Seitenmundschilder als Homologa der Seitenschilder und die zweiten Bauchschilder des Mundskeletes als Homologa der Bauchschilder des Armskeletes erkannt haben, auch auf die genannten Theile des Mundskeletes die für die entsprechenden Theile des Armskeletes im Vergleich zum Skelet der Asterien gewonnenen Bezeichnungen anzuwenden. Die ambulacra-

len **Mundeckstücke** sind demnach **Ambulacralstücke**, die **Seitenmundschilder** sind die zu jenen **Ambulacralstücken** gehörigen **Adambulacralstücke** und die zweiten **Bauchschilder** sind die zugehörigen **Subambulacralstücke**.

Im Bereiche eines jeden Mundwinkels bilden die genannten Theile zusammen eine Gruppe von Skelettheilen, wie wir sie in jedem je einem Wirbel entsprechenden Skeletsegment des Armes wiederfinden (natürlich mit Ausnahme der Rückenplatten des Armes, welche je in die Rückenhaut der Scheibe übergehen). Am Arme gehört zu einer jeden derartigen Gruppe von Skeletstücken ein Füsschenpaar. Im Bereich des Mundskeletes finden wir aber nicht ein, sondern zwei Füsschenpaare in jedem Mundwinkel. Von diesen beiden Füsschenpaaren gehört das ventrale zweifellos zu der vorhin besprochenen Gruppe von Skeletstücken des Mundskeletes. Am Klarsten wird das bei der Gattung Ophioglypha, bei welcher die ventralen Füsschen nicht so sehr wie bei den übrigen Ophiuren in die Mundwinkel hineingerückt sind, sondern noch oberflächlich zwischen den Seitenmundschildern und den zweiten Bauchschildern liegen (Fig. 14 F_2).

Es drängt sich nun in Anbetracht der anderen, dorsalen, bei allen Ophiuren tief in die Mundwinkel hineingerückten Füsschenpaare die Frage auf, ob denn auch zu diesen Füsschenpaaren die entsprechenden Skeletstücke, also je zwei ambulacrale, zwei adambulacrale und ein subambulacrales Stück vorhanden seien? Wir finden nun in der That ausser den schon dem ventralen Füsschenpaare zugewiesenen fünf Skeletstücken in jedem Mundwinkel noch fünf Stücke, von welchen wie bei jenen vier paarig sind, das fünfte aber unpaar ist. Die paarigen sind erstens die beiden interambulacralen Mundstücke, zweitens die peristomalen Platten, das unpaare ist das obere (erste) Bauchschild. Bezüglich des letztgenannten (B_1) ist aus seiner Lagerung sofort klar, dass es mit dem zweiten Bauchschild (B_2) homolog ist. Das subambulacrale Stück der zum oberen Mundfüsschenpaar gesuchten Gruppe von Skelettheilen ist offenbar in ihm gegeben und es fehlen nur noch die beiden ambulacralen und die beiden adambulacralen Stücke. Wenn wir nun ferner beachten, dass im Armskelet die adambulacralen Stücke stets weiter ventralwärts als die ambulacralen ins Innere des Armes sich erhebenden Stücke gelegen sind, so wird schon aus dieser Beziehung wahrscheinlich, dass von den zwei Paaren von Skeletstücken, für die wir die Homologie noch nicht festgestellt haben und die allein noch für die hier gesuchten Stücke in Betracht kommen, die **Peristomalstücke**, wegen ihrer dorsalen und zugleich in das Körperinnere sich erhebenden Lagerung als **Ambulacralstücke**, die weiter ventralwärts und zugleich oberflächlicher gelegenen **interambulacralen Mundeckstücke** aber als **Adam-**

bulacralstücke zu betrachten sein werden. Diese Wahrscheinlichkeit wird aber zur Gewissheit, wenn man die genannten Stücke in dem angedeuteten Sinne einer noch genaueren Prüfung unterwirft und dabei auch die Asterien zum Vergleiche heranzieht. Was zunächst die Peristomalplatten betrifft, so könnte vor Allem das weite Auseinanderliegen der beiden zu einem Radius gehörigen Platten Bedenken erregen. Ich habe aber gezeigt, dass schon bei den Asterien [1]) die ersten Ambulacralstücke auseinanderzuweichen beginnen und zwar in demselben Sinne, wie wir es hier bei den Peristomalplatten der Ophiuren sehen: je zwei zu einem Radius gehörigen ersten Ambulacralplatten entfernen sich so von einander, dass je zwei zu benachbarten Radien gehörige sich einander nähern. Die Lagebeziehung der Peristomalplatten zu Wassergefässring und Nervenring entspricht ihrer Deutung als Ambulacralstücke. Sowie die Ambulacralstücke des Armskeletes das Wassergefäss und den Nerven von der dorsalen Seite her bedecken, so verhalten sich auch die Peristomalplatten.

Dass die interambulacralen Mundeckstücke mit Recht als Adambulacralstücke betrachtet werden, sieht man am Besten bei Ophioglypha. Bei dieser Gattung ist die ventrale Oberfläche der interambulacralen Mundeckstücke von aussen leicht wahrzunehmen (Fig. 14 Ad_1) und man erkennt, dass sich dieselben unmittelbar an die Reihe der Seitenmundschilder und der Seitenschilder, also an die Reihe der adambulacralen Stücke anschliessen. Es spricht ferner für die Zugehörigkeit der interambulacralen Mundeckstücke zu den Adambulacralstücken, dass wie letztere am Armskelet, so erstere am Mundskelet es sind, welche die Stachelbildungen (Armstachel, Mundpapillen) tragen. Vergleichen wir ferner das Mundskelet der Ophiuren mit demjenigen der Asterien, so ergiebt sich, dass auch bei den letzteren Adambulacralstücke es sind, welche an der Ventralseite unterhalb der Ambulacralstücke zur Bildung der Mundecken zusammenstossen.

Demnach wäre also die zum ersten Mundfüsschenpaare gesuchte Gruppe von Skeletstücken in allen ihren fünf Theilen gefunden. Wenn wir nun mit der Zählung der Skeletstücke vom Munde aus beginnen, dann sind die Peristomalplatten die ersten und die ambulacralen Mundeckstücke die zweiten Ambulacralstücke, die interambulacralen Mundeckstücke die ersten und die Seitenmundschilder die zweiten Adambulacralstücke, endlich das obere Bauchschild das erste, das untere Bauchschild das zweite Subambulacralstück. Es setzt sich dann die Zählung auf das Armskelet fort mit der Zahl drei, vier u. s. w.

1) Zur Kenntniss der Gattung Brisinga.

Zufolge der hier erörterten Auffassung ist also **das ganze Mundskelet eine Umbildung der beiden ersten Wirbel aller fünf Radien mitsammt den zu den Wirbeln gehörigen Ad- und Subambulacralstücken.**

Schliesslich bleibt noch die Frage zu beantworten, ob sich denn auch für das so augenfällige **Mundschild** (J_1) der Ophiuren bei den Asterien ein Homologon finde? Bei den Asterien fügt sich in der Medianebene eines jeden Interradius eine unpaare Skeletplatte an das Mundskelet an: das erste intermediäre Interambulacralstück [1]. Ganz das gleiche Stück liegt in dem Mundschild der Ophiuren vor. Das Eigenthümliche der Ophiuren liegt nur darin, dass diese Platte, die bei den Asterien sich von den nächstfolgenden intermediären Skeletplatten nicht besonders unterscheidet, hier eine ungemein mächtige Ausbildung erfahren hat.

Um die vorgetragene Auffassung des Skeletes der Ophiuren und zwar sowohl der Beziehung des Armskeletes und des Mundskeletes zu einander als auch zu den entsprechenden Theilen der Asterien noch deutlicher zu erläutern, habe ich in Fig. 15 und 16 zwei Schemata entworfen (vergl. die Tafelerklärung). Da die Bauchschilder der Ophiuren nur accessorische, den Asterien gänzlich fehlende Stücke sind, so habe ich sie aus dem Schema Fig. 16 gänzlich weggelassen. Was ich in den beiden schematischen Figuren besonders wünsche klar und verständlich darzulegen, ist erstens, dass sowohl bei den Asterien als auch bei den Ophiuren das Mundskelet nur eine Umbildung der schon im Armskelet gegebenen Theile, insbesondere der Ambulacralstücke und der Adambulacralstücke ist, zweitens, dass die beiden Reihen der Ambulacralstücke und der Adambulacralstücke bei den Ophiuren und bei den Asterien übereinstimmen, drittens, dass die Umbildung des Armskeletes zum Mundskelet bei den Ophiuren im Sinne einer engeren Zusammendrängung aller sich betheiligenden Stücke stattgefunden hat.

In die beiden Schemata ist dann ausserdem noch mit blauen Linien der Verlauf des Wassergefässsystems und seiner die Füsschen versorgenden Zweige eingezeichnet. Besonders charakteristisch für die Ophiuren ist das Verhalten des Wassergefässsystems zu den beiden ersten Füsschenpaaren. Während dieselben bei den Asterien von dem radiären Wassergefäss aus versorgt werden, geschieht dies bei den Ophiuren von dem Ringcanal des Wassergefässsystems und noch dazu von einem dem ersten und zweiten Füsschen gemeinsamen Stamme. Wie wir diese den Ophiuren eigenthümliche Versorgung der beiden ersten Füsschenpaare

1) Zur Kenntniss der Gattung Brisinga.

vom Wassergefässringe aus phylogenetisch insbesondere im Hinblick auf die Asterien etwa zu erklären haben, wird, wenn sich nicht an ausgebildeten Thieren bisher noch nicht untersuchter Arten Uebergangsstufen finden, erst durch ein genaueres Studium der Entwicklung sich aufhellen lassen.

Es erübrigt zu zeigen, wie sich die eben entwickelte Auffassung des Mundskeletes der Ophiuren zu den Ansichten anderer Forscher verhält.

Das Bestreben, das Mundskelet auf einen umgebildeten vordersten Theil des Armskeletes zurückzuführen, zieht sich schon lange durch die einschlägige Literatur hindurch, ja man kann sagen, es ist fast gleichzeitig mit einer näheren Untersuchung des Ophiurenskeletes erwacht. Schon Meckel lässt die Mundecke aus der Theilung eines ersten Wirbels entstehen und ebenso Gaudry, dessen Auffassung sich freilich im Uebrigen dadurch von der Meckel'schen unterscheidet, dass er im Gegensatz zu jenem die Wirbel der Ophiuren als nur diesen zukommende Einrichtungen, die nicht mit den Wirbeln der Asterien zu vergleichen seien, betrachtet. Die Meckel-Gaudry'sche Auffassung schliesst das Richtige in sich, dass wirklich ein vorderster Armwirbel zu einem Hauptbestandtheil des Mundskeletes wird. Die zahlreichen übrigen Stücke des Mundskeletes sind aber von den beiden genannten Forschern weder im Einzelnen anatomisch auseinander gelegt noch auch auf bestimmte Theile des Armskelet zurückgeführt worden. Da ferner Meckel sowie auch Gaudry dasjenige Stück des Mundskeletes, welches am unzweifelhaftesten als ein vorderstes Wirbelstück aufzufassen ist, nicht klar bezeichnet und von den übrigen Bestandtheilen des Mundskeletes unterschieden haben, so will ihre Auffassung im Grunde nicht mehr sagen als dass überhaupt das Mundskelet eine Umbildung des Armskeletes sei. Mit dieser, wenn auch im Einzelnen nicht durchgeführten aber dennoch richtigen, allgemeinen Auffassung war der Weg gefunden auf dem die Untersuchung vorzugehen hatte; es galt das Mundskelet in seine einzelnen Theile zu zerlegen und dann für diese letzteren Homologien in dem Armskelet aufzufinden.

Einen wichtigen Schritt in dieser Richtung that Joh. Müller als er zeigte, dass das bis dahin als einziges Skeletstück betrachtete Mundeckstück aus zwei Theilen, einem ambulacralen und einem interambulacralen Stücke bestehe, welche fest mit einander verwachsen seien und daran die Folgerung knüpfte, dass nur jene ambulacralen Theilstücke der Mundeckstücke als Wirbelhälften betrachtet werden könnten, jene interambulacralen Theilstücke aber den Seitenplatten des Armskeletes gleichzustellen und wie diese als den Adambulacralplatten der Asterien homologe Theile aufzufassen seien.

Diese für die vergleichende Anatomie des Mundskeletes ungemein wichtige Entdeckung Joh. Müller's ist zwar neuerdings von Simroth ignorirt worden. Indessen thut das ihrer Richtigkeit keinen Abbruch. Wohl aber schadet es der Simroth'schen Auffassung des Mundskeletes. Denn indem Simroth im ersten Theile seiner Arbeit die interambulacralen Mundeckstücke gar nicht als besondere Stücke zu kennen scheint, aber dennoch nach den Seitenplatten der Arme homologen Skeletstücken im Mundskelet sucht, kommt er zur Aufstellung seiner adoralen Deckplatten der Mundeckstücke, die als besondere Skeletstücke, wie wir nachher sehen werden, gar nicht vorhanden sind. In dem zweiten Theile[1]) seiner Abhandlung kommt Simroth, allerdings auf andere Gründe hin, dazu zwischen einer ambulacralen (aboralen) und einer interambulacralen (adoralen) Hälfte der Mundeckstücke zu unterscheiden, betrachtet aber die letztere (die interambulacrale Hälfte des Mundeckstückes) als eigenartigen Theil der Scheibe ohne Homologon in den Armen. Die Joh. Müller'sche Entdeckung und Vergleichung bleibt auch hier unbenutzt. Warum Simroth, trotzdem er in seinem Literaturverzeichniss die Joh. Müller'sche Abhandlung aufführt, sich immer auf Bronn's Classen und Ordnungen und noch dazu mitunter in einer Weise beruft, die bei dem unbewanderten Leser die Meinung erwecken muss, es handle sich um Originalangaben von Bronn, weiss ich nicht. Bronn hat lediglich die Joh. Müller'schen Angaben reproducirt. Aber selbst die Bronn'sche Reproduction der Joh. Müller-schen Angaben hätte Simroth vollständiger ausnutzen können. Er würde dann gefunden haben, dass Bronn auch jene von Simroth nicht gewürdigte Entdeckung Joh. Müller's von der Zusammensetzung der Mundeckstücke in Text und Abbildung wiedergiebt.

Joh. Müller schliesst sich insofern noch an Meckel und Gaudry an als er nur einen einzigen Wirbel in das Mundskelet eintreten lässt. Der Joh. Müller'schen Auffassung schliesst sich neuerdings Teuscher, der übrigens nicht näher auf die vergleichende Anatomie des Mundskeletes eingeht, an. Lyman aber und nach ihm — jedoch unbekannt mit den Angaben desselben — Simroth haben das Verdienst darauf hingewiesen zu haben, dass es nicht ein Wirbel, sondern zwei sind, welche man in das Mundskelet muss eintreten lassen falls man zu einem vergleichend-anatomischen Verständniss desselben gelangen will. Beide kamen dadurch zu ihrer Auffassung, dass sie von dem Verhalten der Füsschen zu den Wirbeln ausgingen. Allüberall entspricht bei den Ophiuriden jedem Wirbel des Armes ein Füsschenpaar. Bei allen aber finden sich

1) Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens. II. Theil. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. XXVIII. p. 488, 500.

in den Mundwinkeln zwei [1]) Paare von Füsschen. Es liegt nahe gemäss dieser Zahl der Füsschenpaare der Mundwinkel auch eine entsprechende Wirbelzahl in dem Mundskelete zu vermuthen. LYMAN [2]) ist demzufolge der Meinung, dass jedes ambulacrale Stück der Mundecke nicht wie JOH. MÜLLER will nur als erstes Ambulacralstück, sondern als eine Verschmelzung eines ersten und eines zweiten Ambulacralstückes aufzufassen sei. Er fügt allerdings mit Recht hinzu, dass diese Anschauung, da sich bis jetzt das betreffende Skeletstück weder anatomisch noch entwicklungsgeschichtlich als durch Verbindung zweier Stücke entstanden habe erweisen lassen, des näheren Beweises ermangele. Er denkt sich das ambulacrale Mundeckstück durch einen horizontalen, zwischen den beiden Füsschen gelegenen Schnitt in zwei übereinander gelagerte Stücke zerfällt, von denen dann das obere (dorsale) das umgebildete erste, das untere (ventrale) das umgebildete zweite Ambulacralstück darstellt. Der erste eigentliche Armwirbel wird sonach gebildet durch Verschmelzung nicht des zweiten (MECKEL, GAUDRY, MÜLLER) sondern des dritten Paares der Ambulacralstücke.

Wesentlich gleich ist mit der LYMAN'schen Ansicht diejenige, zu welcher zwei Jahre später, aber selbständig, SIMROTH gelangte. SIMROTH führt aber seine Ansicht mehr im Einzelnen aus als LYMAN und versucht namentlich nicht nur für die Ambulacralstücke sondern auch für die übrigen Haupttheile des Armskeletes mit Ausnahme der Dorsalplatten die homologen Theile im Mundskelete wiederzufinden. Wie einem jeden Wirbel des Armes zwei Seitenschilder und ein Bauchschild entspreche, so seien auch in dem Mundskelete nicht nur die durch die Zahl der Mundfüsschen verlangten zwei Paare von Ambulacralstücken, sondern auch die zu denselben gehörigen Seitenschilder und Bauchschilder wenn auch in mehr oder weniger veränderter Form und Lagerung wiederzufinden. Diese allgemeine Auffassung stimmt ganz mit der oben von mir vorgetragenen überein. In der Durchführung derselben aber ergeben sich mancherlei Differenzen zwischen SIMROTH und mir theils bezüglich der Thatsachen theils in Bezug auf deren Ausdeutung. Ich glaube dies am übersichtlichsten klar zu machen, wenn ich die einzelnen Skeletstücke

1) SIMROTH (II. Theil, p. 488) spricht allerdings von Ophiuren mit nur einem Paare von Mundfüsschen. Er meint damit, wie aus seinem Hinweis auf die Abhandlung von W. LANGE (Beitrag zur Morphologie u. Histiologie d. Asterien u. Ophiuren, Morphol. Jahrb. II. 1876) hervorgeht, die Gattung Ophioglypha. Indessen hat die Gattung Ophioglypha ebensowohl zwei Paare von Mundtentakeln wie jede andere Ophiure. Die äusseren Mundtentakel sind nur bei Ophioglypha etwas mehr nach aussen gerückt als bei anderen Gattungen. Ophiuriden mit nur einem Paare von Mundtentakeln kennt man bis jetzt nicht.

2) l. c. p. 257.

des Mundskeletes der Reihe nach vornehme und dabei die bezüglich derselben gemachten verschiedenen oder übereinstimmenden Angaben nebeneinanderstelle. Zugleich sollen in diese Uebersicht auch die Ansichten der früheren Autoren aufgenommen werden.

Erstes Ambulacralstück. Diese von JOH. MÜLLER[1]) unter der Bezeichnung »peristomiale Platten« beschriebenen Stücke[2]) nennt TEUSCHER[3]) irrthümlich »Prästomialplatten MÜLLER's«. LYMAN scheint ihnen trotz seiner sonst so sorgfältigen Schilderung des Ophiurenskeletes keine besondere Bedeutung beizulegen, er erwähnt sie nur in seiner Tafelerklärung und bildet sie nur von einer Form, Ophiomyxa pentagona, ab[4]). SIMROTH lässt sie bei Ophiactis virens ganz unerwähnt, vielleicht weil er sie ihrer Kleinheit wegen bei dieser Species nicht finden konnte. Verwirrung aber wird durch SIMROTH dadurch angerichtet, dass er die für diese Skeletstücke von JOH. MÜLLER eingeführte Bezeichnung auf andere Stücke überträgt. Er nennt die beiden zu den beiden ersten Wirbeln gehörenden und mit ihnen in das Mundskelet eintretenden Ventralplatten (Bauchschilder): »Ossa peristomialia«[5]). Zur Motivirung seiner Benennung sagt SIMROTH, dass er es vorziehe »von den mannigfachen Knochen in der Umgebung des Mundes, welche mit diesem Namen belegt worden sind, ihn nur den hier beschriebenen als wirklich peripherischen Knochen zuzuerkennen«. Es ist aber die Bezeichnung »peristomiale Platten« von JOH. MÜLLER für diese ganz bestimmten Skeletstücke eingeführt worden und Niemand hat bis jetzt meines Wissens andere als gerade diese mit dem erwähnten Namen belegt. Es ist also die Unbestimmtheit der Nomenclatur, die SIMROTH beseitigen will, gar nicht vorhanden. Allerdings muss ich dabei bemerken, dass JOH. MÜLLER bei Astrophyton ein Skeletstück, welches ich für homolog mit der zum ersten Wirbel gehörigen Subambulacralplatte halte, in seiner Tafelerklärung[6]) als »peristomiales Knochenstück« bezeichnet. Wie aber aus der zugehörigen Stelle des Textes[7]) hervorgeht, war JOH. MÜLLER selbst sehr zweifelhaft

1) l. c. p. 79.

2) Schon vor JOH. MÜLLER wurden diese Platten von MECKEL beobachtet. Die betreffende Stelle bei MECKEL scheint auch mir nur auf die Peristomalplatten bezogen werden zu können: »Oben werden ausserdem die Seitenhälften der Bögen der nebeneinanderliegenden Strahlen durch ein Paar Querplatten zusammengehalten« (MECKEL, l. c. p. 29, nicht p. 291 wie JOH. MÜLLER citirt).

3) l. c. p. 279 in der Erklärung der Fig. 7.

4) l. c. Taf. VII, Fig. 18, p. 272: »v, stout triangular pieces covering the trench of the nerve-ring«.

5) l. c. I. p. 427.

6) l. c. p. 96, Erklärung der Fig. 5 d. Taf. VII.

7) l. c. p. 80.

über die Richtigkeit dieser Bezeichnung. Wenn man nun aber die hier bei JOH. MÜLLER thatsächlich vorhandene Unsicherheit beseitigen will, so muss man, scheint mir, den von ihm eingeführten Terminus nur für diejenigen Skeletstücke anwenden, für welche er mit Bestimmtheit eingeführt worden ist und ihn für diejenigen aufgeben, für welche er schon vom Autor nur mit Zweifel gebraucht wird. SIMROTH macht es aber gerade umgekehrt.

Zweites Ambulacralstück. Bei JOH. MÜLLER [1]) heissen diese Stücke »vorderste Ambulacralstücke« oder »ambulacrale Stücke der Mundecken«. LYMAN [2]) und SIMROTH fassen dieselben auf als durch Verwachsung eines ersten und eines zweiten Ambulacralstückes entstanden. SIMROTH [3]) bezeichnet das zweite Ambulacralstück zusammen mit dem ersten Adambulacralstück als »Os angulare oris«.

Erstes Adambulacralstück. Diese von JOH. MÜLLER als »interambulacrale Stücke der Mundecken« bezeichneten Skelettheile wurden von ihm auch bezüglich ihrer Homologie schon richtig gedeutet, indem er sie den ersten Adambulacralstücken der Asterien vergleicht [4]). LYMAN nennt sie [5]) »Scutella oralia; jaws; Mundeckstücke«. Mit den zweiten Ambulacralstücken zusammen bilden sie die SIMROTH'schen »Ossa angularia oris« [6]). Zu diesen Ossa angularia oris beschreibt dann SIMROTH [7]) ferner noch besondere ventralwärts gelegene Deckplatten als: »Ossa tectoria angularium oris adoralia«, in welcher er die umgewandelten Seitenplatten des ersten in das Mundskelet eingegangenen Wirbels gefunden zu haben glaubt. Diese »adoralen Deckplatten der Mundeckstücke« sind jedoch in Wirklichkeit weder bei Ophiactis virens noch bei anderen Ophiuren vorhanden. Was SIMROTH hier als besondere Stücke beschreibt sind nur die ventralen Oberflächen der ersten Adambulacralstücke. Wenn auch die Kleinheit des von SIMROTH benutzten Objectes, sowie sein Bestreben die zu dem ersten Wirbel gehörigen Seitenplatten im Mundskelet zu finden, diesen Irrthum einigermassen erklärlich machen, so hätte er denselben dennoch vermeiden können, wenn er grössere Formen zum Vergleich herangezogen hätte.

Zweites Adambulacralstück. JOH. MÜLLER beschreibt sie als »seitliche kleine Schilder auswendig hinter den Mundecken« und vergleicht sie mit den intermediären Interambulacralplatten der Seesterne [8]). LYMAN nennt sie: »Scutella adoralia; side mouth-shields« [9]). Bei SIMROTH [10]) heissen sie »aborale Deckplatten der Mundeckstücke«, »Ossa tectoria angularium oris aboralia«. Bezüglich ihrer Homologie stimme ich mit SIMROTH

1) l. c. p. 76. 2) l. c. p. 257. 3) l. c. p. 426. 4) l. c. p. 45, 53, 76. 5) l. c. p. 260. 6) l. c. p. 426. 7) l. c. p. 428. 8) l. c. p. 45. 9) l. c. p. 260. 10) l. c. p. 428.

ganz überein, wenn er sie als homolog den zum zweiten Wirbel gehörigen Seitenplatten des Arms bezeichnet.

Erstes intermediäres Interambulacralstück. Dieses allbekannte »Mundschild« der Ophiuren ist schon von JOH. MÜLLER richtig zu den intermediären Interambulacralplatten, die er bei den Asterien unterschieden hatte, gestellt worden [1]. Auch bei den neueren Forschern behält es allgemein den Namen Mundschild. So nennt es LYMAN [2]: »Scutum buccale; mouth-shield; Mundschild; plaque buccale« und SIMROTH [3]: »Mundschild, Os interradiale oris«. Die Homologie des Stückes ist aber seit JOH. MÜLLER nicht mehr erörtert worden.

Erstes und zweites Subambulacralstück. Es sind dies die von SIMROTH [4] als »Ossa peristomialia« (»unpaare Deckstücke der Mundeckstücke«) bezeichneten Skeletstücke bezüglich deren Benennung ich mich schon weiter oben gegen SIMROTH ausgesprochen habe, bezüglich deren Homologisirung aber ich mit SIMROTH übereinstimme.

Torus angularis. SIMROTH beschreibt bei Ophiactis virens eine besondere ventrale Deckplatte des Torus angularis [5]. Dieselbe ist aber ebensowenig als besonderes Skeletstück vorhanden als dies mit seinen vorhin besprochenen »Ossa tectoria angularium oris adoralia« der Fall ist. Was er als besondere Deckplatte beschreibt ist auch hier nur die ventrale Ansicht des Torus. Die BRONN'sche Copie der JOH. MÜLLER'schen Abbildung eines Toris angularis bezieht sich übrigens nicht wie SIMROTH meint auf Ophiolepis sondern auf Ophiocoma, wie auch schon BRONN in der Tafelerklärung richtig angiebt.

Die Geschlechtsorgane und die Bursae [6].

Die Geschlechtsorgane der Ophiuren und die Wege, welche Eier und Samen nehmen um nach aussen zu gelangen, sind bis jetzt nur höchst mangelhaft bekannt geworden. Bekanntlich ist die herkömmliche Behauptung die, dass die Genitalproducte bei den Ophiuren in die Leibeshöhle entleert werden und von hier aus durch die sogenannten Genitalspalten nach aussen gelangen. Mit dieser Auffassung Hand in Hand geht die gleichfalls allgemein verbreitete Ansicht, dass die Genitalspalten direct in die Leibeshöhle führen und nicht nur zur Ausfuhr der Genitalproducte, sondern auch zur Einfuhr von Seewasser in die Leibeshöhle

1) l. c. p. 45. 2) l. c. p. 260. 3) l. c. p. 428. 4) l. c. p. 427, 428.
5) l. c. p. 429.
6) Vergl. die vorläufige Mittheilung: Die Bursae der Ophiuriden und deren Homologon bei den Pentatrematiten. Nachrichten v. d. kgl. Gesellsch. d. Wissensch. u. d. G. A. Univers. zu Göttingen 1878. Nr. 6. Sitzg. vom 2. März. p. 215—220.

dienen. An diesen in allen unseren Lehrbüchern[1]) zu findenden Behauptungen ist nur das Eine richtig, dass Eier und Samen durch die sogenannten Genitalspalten ins Freie gelangen, alles Uebrige ist irrthümlich, insbesondere werden weder die Geschlechtsproducte in die Leibeshöhle entleert noch münden die sogen. Genitalspalten in die letztere.

Bevor ich mich zu einer Darlegung meiner Beobachtungen wende, möge das Wenige, was sich in der Literatur über die Generationsorgane und die Genitalspalten der Ophiuren vorfindet und worauf die hergebrachten fehlerhaften Ansichten zum grössten Theil beruhen, hier mitgetheilt sein.

Lamarck ist in seiner Histoire naturelle des animaux sans vertèbres[2]) der Meinung, dass die Genitalspalten zum Durchtritt tentakelartiger Gebilde dienen, scheint aber später selbst in dieser Ansicht schwankend geworden zu sein, denn in der Encyclopédie méthodique[3]) erwähnt er jene, in Wirklichkeit niemals vorhandenen, tentakelartigen Bildungen nicht mehr, sondern äussert sich über die sogen. Genitalspalten ganz unbestimmt: »ils pénètrent dans l'intérieur et servent probablement à la respiration«.

Delle Chiaje vertritt anfänglich[4]) die Ansicht, dass die Genitalspalten die Aufgabe haben zum Zwecke der Respiration Wasser in die Leibeshöhle einzuführen, später aber macht er die Angabe[5]), dass die Genitalspalten in einen Sack führen, den er Respirationssack nennt. Wir werden nachher sehen, dass Delle Chiaje's letztere Angabe dem wirklichen Sachverhalt entspricht.

1) Man vergl. z. B. Carus und Gerstäcker, Handb. d. Zoologie. Bd. II. 1863. p. 507; Gegenbaur, Grundzüge der vergleich. Anatomie. 2. Aufl. 1870. p. 239, 344, 346; Claus, Grundzüge d. Zoologie. 3. Aufl. 1876. p. 264, 285; Gegenbaur, Grundriss d. vergleich. Anatomie. 2. Aufl. 1878. p. 229; Huxley, Grundzüge d. Anatomie d. wirbellosen Thiere. Autoris. deutsche Ausg. v. J. W. Spengel. 1878. p. 498.

2) Vol. 2. Paris 1816. p. 537 (Euryale): »Ces ouvertures servent à donner passage à des organes rétractiles, probablement tentaculaires«. Ibid. p. 544 (Ophiuren): »Des trous pour le passage de tentacules ou de tubes rétractiles«.

3) Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des Zoophytes ou animaux rayonnés par Lamouroux etc. Paris 1824. p. 580.

4) Stefano delle Chiaje, Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli. Vol. II. Napoli 1825. p. 271, 302; p. 369: »forami ovali per l' ingresso dell' acqua«.

5) In der unter dem Titel: Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore erschienenen zweiten Auflage der Memorie, T. IV, p. 74, pl. 28. Diese Auflage ist mir hier in Göttingen nicht zugänglich und ich entnehme obiges Citat einer Notiz bei H. Milne Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. T. II. Paris 1857. p. 9.

Bei dem nächsten Untersucher der Ophiuriden, L. AGASSIZ, finden wir wieder die Angabe [1]), dass die Leibeshöhle durch die Genitalspalten direct mit der Aussenwelt in Verbindung stehe.

Die Hauptquelle aber, auf welche die jetzt herrschende Ansicht über die Generationsorgane und die Genitalspalten der Ophiuriden zurückzuführen ist, sind die Angaben von J. MÜLLER und F. H. TROSCHEL in dem »System der Asteriden« [2]): »Bei den Ophiuren dehisciren die Geschlechtsorgane in die Körperhöhle und Eier und Samen werden ausgeführt durch besondere Geschlechtsspalten, welche aber hier zugleich auch die respiratorischen Eingänge in die Körperhöhle sind«.

Ziemlich gleichzeitig mit dem MÜLLER-TROSCHEL'schen Asteridenwerke veröffentlichte RATHKE [3]) Untersuchungen über die Geschlechtsorgane der Ophiuren. Doch gerade diese Gleichzeitigkeit mit der nach manchen Richtungen hin grundlegenden Arbeit von J. MÜLLER und F. H. TROSCHEL erklärt es vielleicht, dass die Beobachtungen RATHKE's in der Folgezeit nur wenig Berücksichtigung [4]) fanden. Auch mir sind sie ebenso wie die letzterwähnte Ansicht DELLE CHIAJE's erst nachträglich bekannt geworden, als ich die richtigen Verhältnisse der Generationsorgane und der Genitalspalten bereits selbständig aufgefunden hatte. RATHKE lässt die Genitalproducte (bei Ophiura nigra = Ophiocoma nigra M. Tr., Ophiura aculeata = Ophiopholis bellis Lym. und Ophiura lacertosa = Ophioglypha texturata Lym.) nicht in die Leibeshöhle gelangen, sondern in einen Sack, welchem die eigentlichen Genitalschläuche eines jeden der zehn Geschlechtsorgane aufsitzen; aus diesem Sacke sollen sie dann

1) Notice sur quelques points de l'organisation des Euryales, accompagnée de la description détaillée de l'espèce de la Méditerranée. Mém. de la Soc. des scienc. natur. de Neuchatel. T. II. 1839. p. 5.

2) Braunschweig 1842. p. 133.

3) H. RATHKE, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie, Reisebemerkungen aus Skandinavien, nebst einem Anhange über die rückschreitende Metamorphose der Thiere. Danzig 1842 (in: Neueste Schriften d. naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 3. Bandes 4. Heft. 1842). p. 116—119: VIII. Ueber die Geschlechtswerkzeuge verschiedner Asteriden. Taf. II, Fig. 3—7.

4) So fehlt z. B. die citirte Arbeit RATHKE's in dem sonst so umfassenden Literaturverzeichniss von LYMAN (Ophiuridae and Astrophytidae. Illustr. Catal. Mus. Compar. Zool. Harvard College. Nr. I. Cambridge 1865. p. 9). Auch BRONN erwähnt derselben nicht. In der von BRONN und Anderen citirten Notiz von RATHKE (in FRORIEP's Neuen Notizen aus d. Gebiete der Natur- und Heilkunde. Nr. 269. 1840. p. 65. Ueber das Geschlechtsverhältniss bei d. Seeigeln u. Seesternen) giebt derselbe nur eine vorläufige Mittheilung über seine Untersuchungen der Geschlechtsverhältnisse bei den Seeigeln und Seesternen, welche aber bezüglich der Ophiuren so kurz und knapp gehalten ist, dass daraus noch nicht wie aus der späteren etwas ausführlicheren Mittheilung ersichtlich wird, dass RATHKE eine andere und zwar richtigere Auffassung der Genitalorgane und ihrer Ausführwege hatte als MÜLLER u. TROSCHEL.

unmittelbar nach aussen entleert werden »durch eine kleine spaltförmige ovale Oeffnung an der unteren Seite des Discus in der Nähe des Mundes«. Wenn man die immerhin nur sehr kurzen und fragmentarischen Angaben und Abbildungen RATHKE's mit den nachher mitzutheilenden Thatsachen vergleicht, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass derselbe im Grossen und Ganzen das Richtige getroffen hatte.

Die einzigen Autoren, welche die RATHKE'schen Angaben erwähnen, sind meines Wissens v. SIEBOLD und GEGENBAUR. Der Erstere [1]) lässt es unentschieden ob die Genitalorgane besondere Ausführwege besitzen (RATHKE) oder ihre Producte in die Leibeshöhle entleeren (MÜLLER und TROSCHEL), lässt aber in jedem Falle die sogen. Genitalspalten (»Respirationsspalten«) in die Leibeshöhle führen. GEGENBAUR [2]) verhält sich geradezu ablehnend gegen die Angaben RATHKE's.

Von denjenigen Forschern, welche sich in der jüngsten Zeit um die Anatomie der Ophiuriden bemüht haben, übergehen R. TEUSCHER [3]) und W. LANGE [4]) die Genitalorgane vollständig, während H. SIMROTH allerdings über den feineren Bau der Genitalschläuche von Ophiactis virens einige Angaben macht, bezüglich der Bedeutung der Genitalspalten aber durchaus an der MÜLLER-TROSCHEL'schen Ansicht festhält [5]).

Darauf, dass die herkömmliche Auffassung der Genitalspalten der Ophiuren eine verkehrte ist, habe ich schon in meinen Beiträgen zur Anatomie der Asterien gelegentlich hingewiesen. Ich machte daselbst darauf aufmerksam, dass die sogen. Genitalspalten nicht in der Leibeswand sondern in tiefe Einsenkungen der Körperwand hineinführen und schlug vor diese Einsenkungen als Genitaltaschen, bursae genitales, zu bezeichnen [6]). Da aber die Einsenkungen nicht nur mit den Genitalorganen in Beziehung stehen, sondern höchst wahrscheinlich zugleich als Respirationsorgane functioniren, so halte ich es für das Zweckmässigste,

1) C. TH. v. SIEBOLD, Lehrbuch der vergleich. Anatomie d. wirbellosen Thiere. Berlin 1848. p. 104, 106.

2) Grundzüge der vergleich. Anatomie. 2. Aufl. 1870. p. 346.

3) Beiträge zur Anatomie d. Echinodermen. II. Ophiuridae. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. X. 1876. p. 263.

4) Beitrag zur Anatomie u. Histiologie d. Asterien u. Ophiuren. Morphol. Jahrb. II. 1876. p. 241.

5) Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens. I. Theil. Diese Zeitschrift. Bd. XXVII. p. 429: (zwischen den Genitalspangen geht die) »freie Communication vom äusseren Seewasser zur Leibeshöhle und der Austritt der Geschlechtsproducte vor sich«. Das unmittelbare Eindringen des Seewassers in die Leibeshöhle durch die Genitalspalten wird ferner behauptet p. 450 u. 467.

6) Beiträge zur Anatomie der Asterien. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXX. p. 148. (Morphologische Stud. an Echinodermen. p. 198.)

dieselben einzig und allein nach ihrer Form zu benennen. Der einfache Terminus »Bursa«, »Tasche«, wird sich um so mehr dafür eignen als derselbe bis jetzt in der Nomenclatur der Echinodermen nirgends zur Verwendung kommt, Missverständnisse also nicht zu befürchten sind. Dementsprechend ändere ich auch die Bezeichnung Genitalspalte in »Bursalspalte«.

Bei der Beschreibung der hier zu behandelnden Organe gehe ich aus von den Verhältnissen, wie sie sich bei der Gattung Ophioglypha finden. Präparirt man an einer Ophioglypha albida die Rückenhaut der Scheibe sorgfältig ab, so gewinnt man eine Ansicht des Magensackes, dessen dorsale Wand sich in strahlig gestellte Falten legt (Fig. 19, 20). Abgesehen von diesen Falten zeigt der Magensack an seiner Peripherie zehn Ausbuchtungen, von welchen die fünf radiär gerichteten etwas kürzer sind als die damit abwechselnden interradiär gestellten (Fig. 20). Ist das Thier geschlechtsreif, so legt sich ein Theil der Genitalschläuche vom Randbezirk der Scheibe her über den Magensack hinüber, so dass man dieselben erst hinwegräumen muss, wenn man die zehn Ausbuchtungen des letzteren zur Anschauung bringen will. Die Genitalschläuche liegen in zehn Gruppen vertheilt und zwar so, dass jede Gruppe zwischen einer radiären und einer interradiären Ausbuchtung des Magens gelegen ist. Die Einschnürungen, welche die zehn Ausbuchtungen des Magens von einander trennen, setzen sich in Gestalt von zehn Furchen, die sich durch grössere Tiefe von den übrigen seichteren Furchen unterscheiden, auf der dorsalen Oberfläche des Magens bis fast zum Centrum derselben fort. Zieht man eine dieser zehn Furchen von ihren Rändern her auseinander, so findet man in sie eingesenkt das, nach der dorso-ventralen Achse des Thieres gerichtete, blindgeschlossene Ende eines sackförmigen Organs, welches weiter nach der Peripherie der Scheibe sich unter und zwischen den Genitalschläuchen verliert. Durch feine bindegewebige Stränge ist dieses Organ, die Bursa, mit der Rückenhaut des Magens verbunden und ähnliche Stränge gehen von demselben ebenso wie vom Magen selbst zur Rückenhaut der Scheibe. Derartige bindegewebige Fäden und Stränge, welche die Körperhöhle durchziehen und die Organe theils untereinander, theils an die Körperwand befestigen, sind ja unter den Echinodermen allgemein verbreitet. Entfernt man nunmehr vorsichtig die einzelnen Genitalschläuche, insoweit sie sich auf die Rückenseite des Magens hinüberlegen, so gewinnt man die Ueberzeugung, dass jener blindgeschlossener Sack zu einem Organe gehört, welches sich von der Ventralseite kommend um den Rand des Magens herüberschlägt und so mit seinem Endzipfel auf die Dorsalseite des letzteren zu liegen kommt. Um die Bursa weiterhin frei zu präpariren, ist die Entfernung

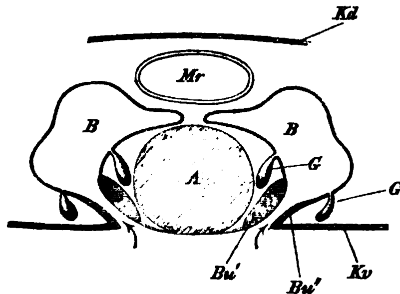
des Magensackes geboten, die aber mit sehr grosser Vorsicht geschehen muss, da zu starke Zerrung der bindegewebigen Fäden, welche die einander zugekehrten Flächen des Magens und der Bursa miteinander verbinden, sofort eine Zerreissung der dünnen Wand der Bursa zur Folge hat. Ist das Präparat gelungen (Fig. 17), so zeigt es, dass die Bursa ein verhältnissmässig weiter, sehr dünnhäutiger Sack ist, welcher an den Rändern der Bursalspalte beginnt, dorsalwärts in die Körperhöhle sich erhebt und an seinem aboralen Bezirke sich in einen Zipfel fortsetzt, welcher sich über den Rand des Magensackes auf dessen Dorsalseite hinüberschlägt (vergl. auch die schematischen Figuren 21, 22). Die Bursa ist gegen die Leibeshöhle durchaus blindgeschlossen, während sie mit der Aussenwelt durch die Bursalspalte in offener Verbindung steht. Ihre Wand, obschon sehr dünn, erweist sich an den Rändern der Bursalspalte doch nur als eine Fortsetzung der Körperwand. Mithin ist die Bursa selbst nur eine Einstülpung der Körperdecke.

An der schlitzförmigen Bursalspalte können wir die beiden Ränder des Schlitzes als adradialen (dem Arme zugekehrt) und abradialen (dem Arme abgekehrt) unterscheiden. Beide Ränder verhalten sich nicht ganz gleich (Fig. 17); der adradiale wird wesentlich nur gebildet von einem einzigen Skeletstücke, der Bursalspange (Genitalspange der Autoren), während der abradiale (Fig. 25) aus einer Schuppenreihe besteht, welche eine ganz directe Fortsetzung der beschuppten Oberfläche des interradialen Perisomes ist. Die Schuppenreihe des abradialen Randes sowohl als auch die Spange des adradialen richten sich, während sie ventralwärts den Eingang der Bursalspalte begrenzen, dorsalwärts in die Körperhöhle hinein auf (vergl. den Holzschnitt auf p. 275) und dienen zum Ansatz der dünnen Bursalwand.

Ueber den in der Scheibe gelegenen Armabschnitt schlägt sich die Bursa oft fast bis zur Medianebene des Radius hinüber. In Folge dessen bildet sich zwischen Genitalspange und Arm ein zur Leibeshöhle gehörender Raum, welcher dorsalwärts zum grössten Theile von der übergelagerten Bursa geschlossen wird.

Auf ihrer nach der Leibeshöhle gerichteten Oberfläche sitzen der Bursa die Genitalschläuche auf, jedoch nicht ordnungslos über die ganze Bursa verbreitet, sondern in bestimmter Anordnung und auf einen bestimmten Bezirk beschränkt. Gänzlich frei von Genitalschläuchen bleibt der dorsale Endzipfel der Bursa, der sich über den Magen hinüberlagert. An dem ventralen Abschnitt der Bursa aber inseriren sich die einzelnen Genitalschläuche in einer Linie, welche dem Rand der Bursalspalte parallel verläuft und sich nur am aboralen Bezirke der Bursa weiter von

der Spalte entfernt. Der Verlauf der Insertionslinie der Genitalschläuche an die Bursa wird am Besten klar werden aus den beiden schematischen Abbildungen (Fig. 21, 22). Macht man einen Querschnitt durch eine Bursa und die angrenzenden Körpertheile (vergl. untenstehenden Holzschnitt), so erkennt man, dass die Genitalschläuche der adradialen Bursalwand in den oben erwähnten Raum zwischen Bursalspange und Arm hineinhängen, während diejenigen der abradialen Bursalwand sich dicht über der ventralen Körperwand befinden. Dies gilt indessen nur für diejenigen Genitalschläuche, welche sich parallel und dicht über dem Rande der Bursalspalten ansetzen; in dem aboralen Bezirke der Bursa, in welchem sich die Insertionslinie der Genitalschläuche weiter dorsalwärts an der Bursa heraufzieht, legen die einzelnen Genitalschläuche sich über den Magen herüber. Diese letztgenannte Gruppe der Geschlechtsorgane ist es, die man bei der Präparation von der Dorsalseite her zuerst zu Gesicht bekommt. Sämmtliche Genitalschläuche sind in ihrer Lage durch bindegewebige Aufhängefäden fixirt, welche von ihrer äusseren Oberfläche sich zum Theil zu der Magenwand ganz besonders aber zur Körperwandung hinüberspannen.



Schema eines verticalen Querschnittes durch eine Ophioglypha nahe dem Rande der Scheibe; der Schnitt ist quer durch einen Radius geführt. *Kd*, dorsale, *Kv*, ventrale Körperwand; *Mr*, radiäre Ausbuchtung des Magens; *A*, Arm in der Scheibe; *B*, Bursa; *Bu'*, der adradiale Rand der Bursalspalte mit der Bursalspange; *Bu''*, der abradiale Rand der Bursalspalte mit der Plattenreihe; *G*, Genitalschläuche; die Pfeile bedeuten die Bursalspalten.

Was die Zahl der einzelnen Genitalschläuche anbetrifft, so zählte ich deren bei Ophioglypha Sarsii durchschnittlich 50 an jeder Bursa, was also für das ganze Individuum die erkleckliche Zahl von 500 Genitalschläuchen ausmacht. Diese Zahl wird aber von manchen anderen Arten und Gattungen noch ganz erheblich übertroffen.

Die einzelnen Generationsorgane haben in der Jugend eine kolbige, später aber cylindrische Gestalt. Sie besitzen ein inneres, Eier oder Samen bildendes Epithelium. Ihre bindegewebige Wandung besteht aus zwei Lamellen, welche durch einen eingelagerten Blutsinus von einander getrennt sind. Die äussere Lamelle trägt auf ihrer nach der Leibeshöhle schauenden Oberfläche ein niedriges plattes Epithel, in welchem ich an meinen Präparaten (von Ophioglypha Sarsii) die Zellgrenzen nicht recht

deutlich zu erkennen vermochte; die bald rundlichen, bald länglichen Kerne maassen 0,004 mm. Ferner besitzt die äussere Lamelle der Wand der Genitalschläuche Muskelfasern, welche aber keine geschlossene Muskellage bilden, sondern vereinzelt liegen und keine ganz regelmässige Anordnung zeigen; bei Amphiura filiformis ♀ verlaufen die Muskelfasern fast alle kreisförmig um den Genitalschlauch. Ein inneres Epithel des Blutsinus konnte ich nicht auffinden. Der Bau der Genitalschläuche der Ophiuren ist demnach ganz in Uebereinstimmung mit den entsprechenden Verhältnissen der Asterien [1]), Crinoideen [2]) und Holothurien [3]).

Während bei geschlechtsreifen Thieren der Blutsinus durch die Masse der im inneren Hohlraume des Genitalschlauches sich entwickelnden Eier oder Samenfäden zusammengedrängt wird und häufig erst bei genauer Untersuchung sich zu erkennen giebt, ist es leicht sich bei noch nicht ganz geschlechtsreifen Thieren von seiner Existenz zu überzeugen. Er liegt dann (Fig. 18) als ein weiter geräumiger Sack um den inneren, die Geschlechtsproducte erzeugenden Schlauch des Genitalorganes. Von der Aussenwand des Sackes gehen die oben erwähnten Aufhängefäden aus.

Die Blutsinus sämmtlicher Genitalschläuche stehen miteinander in Zusammenhang durch ein Gefäss, welches der Reihe der Insertionspunkte der Genitalschläuche entlang an der nach der Leibeshöhle schauenden Oberfläche der Bursa verläuft.

Die Geschlechtsporen sind, wenn man die Bursa sorgfältig herauspräparirt, aufgeschnitten und auseinander gebreitet hat, schon unter der Loupe als eine Reihe kleiner Punkte wahrnehmbar. Sie sind von einem epithelialen Ringwalle umgeben, welcher, bei Ophioglypha Sarsii, ungefähr 0,06 mm im Durchmesser misst, während der Porus selbst ein 0,02 mm weites Lumen besitzt. Die Poren liegen in fast gleichen, 0,24 mm, Abständen von einander entfernt und führen direct hinein in den inneren Hohlraum der Genitalschläuche, welche ihnen mit ganz kurzem Ausführungsgang aufsitzen.

Ein Eintritt der Genitalproducte in die Leibeshöhle ist demnach normalerweise gar nicht möglich, sondern dieselben werden in die Bursa entleert, aus welcher sie dann weiter nach aussen geschafft werden können. Auch ein durch die Genitalporen etwa

1) Beiträge zur Anatomie der Asterien. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. XXX. p. 141. (Morphologische Stud. p. 192.)

2) Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XXVIII. p. 286. (Morph. Stud. p. 32.)

3) C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. II. 1. Holothurien. Leipzig 1868. p. 143.

vermittelter Zusammenhang des Blutgefässsystems oder der Leibeshöhle mit der Aussenwelt ist nach den mitgetheilten Beobachtungen nirgends vorhanden.

Für die Gattung Ophioglypha ist also constatirt, dass die herkömmliche Auffassung der sogen. Genitalspalten und der Ausführwege der Geschlechtsproducte verkehrt ist, dass keine Communication der Leibeshöhle mit der Aussenwelt durch die Bursalspalten stattfindet, sowie dass die Genitalschläuche sich mit bestimmten Ausführungsöffnungen in eine tiefe Einsenkung der Körperwand, die Bursa, entleeren. Auf die Function der Bursa komme ich später noch einmal zurück. Zunächst ist es meine Aufgabe zu zeigen, dass die besprochenen Verhältnisse nicht etwa nur der Gattung Ophioglypha zukommen, sondern mit unwesentlichen Modificationen eine sämmtlichen Ophiuriden gemeinsame Einrichtung sind.

Ausser den beiden genannten Ophioglypha-Arten habe ich noch sieben Arten, Vertreter von sechs Gattungen, in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen. Es sind dies Ophiocoma nigra M. Tr., Ophiocoma scolopendrina Ag., Ophiomyxa pentagona M. Tr., Ophiopholis bellis Lym. (= Ophiolepis scolopendrica M. Tr.), Ophiothrix fragilis M. Tr. (= rosula Forb.), Amphiura filiformis Forb., Ophioderma longicauda M. Tr. (= Ophiura laevis Lym.). Bei sämmtlichen fand ich die Bursae wohl ausgebildet und in ihren allgemeinen morphologischen Verhältnissen durchaus mit denjenigen von Ophioglypha übereinstimmend. Auch die Beziehung zu den Genitalorganen ist überall eine wesentlich gleiche, stets sitzen dieselben mit ganz kurzen Ausführungsgängen der Bursa in der Nähe ihrer Eingangsspalte an, während die blindgeschlossenen Endzipfel der Bursae keine Genitalorgane tragen. Unterschiede, die ich im Einzelnen bei den verschiedenen Arten vorfand, will ich im Folgenden kurz aufführen.

Bei Ophiomyxa pentagona (Fig. 24) bildet jede Bursa eine grössere Anzahl von blinden Endzipfeln, welche sich in entsprechende Buchten der äusseren Magenoberfläche hineinlagern. Sämmtliche Zipfel aber liegen der ventralen Wand des Magens an, so dass man letzteren erst hinwegräumen muss, bevor man die Bursae zu sehen bekommt. Einen Endzipfel, welcher sich, wie wir es bei Ophioglypha sahen, auf die Dorsalseite des Magens hinüberschlägt, fand ich weder bei Ophiomyxa noch bei irgend einer der anderen untersuchten Gattungen. Ich glaube demnach vermuthen zu dürfen, dass jener dorsalwärts sich über den Magen legende Endzipfel der Gattung Ophioglypha eigenthümlich ist. Die Wand der Bursa ist bei Ophiomyxa wie bei allen untersuchten Arten sehr dünn und zerreisslich, besitzt aber dennoch ästige und maschige, freilich nicht sehr dicht liegende, Kalkkörper, indessen nur in der Nähe der An-

heftung an die Bursalspalte. Bei den Ophioglypha-Arten fand ich niemals Kalkkörper in der Bursalwand. Die Genitalschläuche der Ophiomyxa pentagona haben eine kuglige Gestalt (Fig. 24).

Bei Ophiocoma nigra sind die in der Bursalwand vorkommenden Kalkkörper zwar von ähnlicher Gestalt wie bei Ophiomyxa pentagona, jedoch grösser und zahlreicher. Sie kommen nicht nur in der Nachbarschaft der Spalte, sondern in der ganzen Ausdehnung der Bursa vor. Ausser ihnen findet sich in dem adoralen Bezirke der Bursa und zwar in der abradialen Wand derselben eine Reihe kleiner Kalkplatten; ich zählte deren vier bis sechs; sie haben eine Grösse von durchschnittlich 0,3 mm. In Fig. 23 habe ich den betreffenden Bezirk zweier Bursae abgebildet um die Lage der Reihe der kleinen Kalkplatten zu zeigen. Zugleich bemerkt man an dieser Abbildung, dass der adorale Theil der Bursa sich hier wie auch bei den anderen untersuchten Arten (vergl. Fig. 24 von Ophiomyxa pentagona; Fig. 26 von Ophiopholis bellis) über die dorsale Seite des Peristoms eine Strecke weit hinüberlegt. Die dorsale Seite der in der Scheibe gelegenen Armabschnitte wird auch hier von den Bursae bis auf einen mittleren Streifen überdeckt.

Bei Ophiocoma scolopendrina sind die Verhältnisse fast ganz dieselben wie bei Ophiocoma nigra. Jedoch sind die Kalkkörper (Fig. 28) kleiner, wenigstens gilt das von den von mir untersuchten Individuen. Es ist wahrscheinlich, dass derartige Unterschiede in der Grösse und auch in der Dichtigkeit der ästigen und maschigen Kalkkörper auf individuelle und Altersverschiedenheiten zurückzuführen sind; jedenfalls ist denselben kein weiterer Werth beizulegen. Die Reihe der Kalkplatten in der abradialen Wand der Bursae kommt auch bei Ophiocoma scolopendrina vor und scheint demnach bei der Gattung Ophiocoma ein ähnliches charakteristisches Verhalten der Bursa darzustellen wie bei der Gattung Ophioglypha die Ausbildung des dorsalwärts sich über den Magen legenden Endzipfels. Bei Ophiocoma scolopendrina ist die Plattenreihe stärker entwickelt als bei Ophiocoma nigra. Nicht nur sind die einzelnen Kalkplatten grösser als bei Ophiocoma nigra, sondern auch ihre Zahl ist bedeutender, ich zählte 10—12 (Fig. 29).

Bei Ophiopholis bellis (Fig. 26) hat jede Bursa ausser ihrem sich über das Peristom lagernden adoralen Zipfel nur eine grössere Ausbuchtung entwickelt, welche sich an ihrem aboralen Bezirk befindet. In der Wand der Bursae mangeln bei dem von mir untersuchten einen Exemplare die Kalkkörper vollständig. Die Genitalschläuche jeder Bursa — in dem untersuchten Individuum Ovarialschläuche — zeigen die Eigenthümlichkeit, dass sie sämmtlich zu einem einzigen Klumpen (Fig. 26 *GK*) miteinander verbunden sind. An Schnitten durch einen dieser Genital-

klumpen erkennt man, dass derselbe, worauf schon ein oberflächlich wahrnehmbares System paralleler Furchen hindeutet, aus nebeneinanderliegenden, fest mit einander verwachsenen Blättern besteht, deren jedes einen abgeplatteten Genitalschlauch repräsentirt. Ob diese Zusammendrängung der zahlreichen Genitalschläuche einer jeden Bursa zu einem einzigen Genitalklumpen auf eine innige Verbindung der Aussenwand der einzelnen Genitalschläuche oder darauf, dass sämmtliche Genitalschläuche einen einzigen gemeinschaftlichen Blutsinus besitzen, zurückzuführen ist, vermochte ich an meinem beschränkten Material nicht sicher zu entscheiden.

Die Gattung Ophioderma hat die Eigenthümlichkeit jederseits in jedem Interradialraum der Ventralseite nicht wie die übrigen Ophiuren je eine, sondern je zwei Bursalspalten zu besitzen [1]. Es musste sich also die Frage erheben, ob mit dieser Verdoppelung der Bursalspalten eine Verdoppelung der Bursae Hand in Hand gehe oder nicht. Die Untersuchung hat gezeigt, dass das Letztere der Fall ist. Je zwei hintereinander gelegene Bursalspalten von Ophioderma longicauda führen in eine und dieselbe Bursa. Man kann sich das Verhalten von Ophioderma in der Weise von demjenigen der übrigen Ophiuren ableiten, dass man die seitlichen Ränder jeder Bursalspalte etwa in der Mitte ihrer Länge eine Verwachsung miteinander eingehen lässt. Dadurch bildet sich in der ursprünglich einfachen Bursalspalte eine Brücke, wodurch die Spalte selbst in zwei Spalten getheilt wird, während die Bursa eine einheitliche bleibt. Ob diese Vorstellung durch die Entwicklungsgeschichte der Ophiodermen bestätigt wird, bleibt freilich noch zu untersuchen. Jedenfalls ist beachtenswerth, dass dem äusserlich so auffälligen Merkmal der Verdoppelung der Bursalspalten bei der Gattung Ophioderma keine entsprechende Verdoppelung der Bursae zu Grunde liegt. Die Wand der Bursae ist bei Ophioderma weniger zart und durchscheinend als bei den übrigen von mir untersuchten Arten und erleichtert dadurch die Präparation. Falls einer meiner werthen Leser geneigt sein sollte, sich durch eigne Untersuchung

1) Müller u. Troschel stellen ausser Ophioderma auch noch die Gattung Ophiocnemis zu den Ophiuren mit verdoppelten Bursalspalten (Syst. d. Asteriden). Lyman und Lütken haben aber übereinstimmend gezeigt, dass dies auf einem Irrthum beruht und die Gattung Ophiocnemis wie die übrigen Ophiuren (ausser Ophioderma) in jedem Interradius nur zwei Bursalspalten besitzt. Vergl. Theod. Lyman, Ophiuridae and Astrophytidae. Illustr. Catal. Mus. Comp. Zool. Harvard College. Nr. I. Cambridge, Mass. 1865. p. 152. Chr. Lütken, Additamenta ad historiam Ophiuridarum III. Det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. 5. Räkke. Bd. VIII. Kjøbenhavn 1870. p. 39, 104.

die Bursae der Ophiuren vorzuführen, empfehle ich dazu ausser Ophioglypha besonders Ophioderma. Jede Bursa von Ophioderma longicauda buchtet sich nach der Leibeshöhle zu in mehrere, vier bis fünf, im Allgemeinen der Richtung des benachbarten Armes parallel verlaufende Längsfalten aus. Die Genitalorgane sitzen fast ausschliesslich dem aboralen Theile der Bursa auf und erstrecken sich an der abradialen Wand derselben niemals weiter als die Brücke zwischen der aboralen und adoralen Bursalspalte reicht. An der adradialen Seite der Bursa fand ich gar keine Genitalorgane. Jedenfalls bleibt die nächste Umgebung der adoralen Bursalspalte ganz frei von Genitalorganen, während dieselben sich fast sämmtlich in nächster Nachbarschaft der aboralen Spalte inseriren. Die Entleerung der Genitalproducte in die Aussenwelt wird also höchst wahrscheinlich nur durch die aboralen Bursalspalten vermittelt, so dass mit der Trennung der einfachen Bursalspalte der übrigen Ophiuren in je zwei Spalten, eine aborale und eine adorale, bei der Gattung Ophioderma zugleich eine Functionstheilung stattgefunden hat, indem die adorale Spalte einzig und allein im Dienste der Respiration steht, während die aborale zugleich die Geschlechtsproducte entleert. Auch der weiteren Vermuthung kann man bis zur genaueren Untersuchung lebender Thiere Raum geben, dass die eine Spalte, etwa die adorale, als Zuflussöffnung, die andere aborale, als Abflussöffnung der Bursa functionirt. Kalkkörper kommen auch bei Ophioderma longicauda in der Bursalwand vor, jedoch nur in der Nähe der Anheftung derselben an die Körperdecke (Fig. 27).

Fassen wir das Hauptresultat der mitgetheilten Beobachtungen zusammen, so haben wir in den Bursae der Ophiuren dünnhäutige, tief in die Leibeshöhle eindringende, blindgeschlossene Einstülpungen der Körperhaut kennen gelernt. Ueber ihre Function kann ich mich nur insofern äussern, als der anatomische Befund es gestattet, da mir die Gelegenheit, Ophiuren lebend zu untersuchen, nicht geboten war. Bei den Asterien kennen wir gleichfalls dünnhäutige Oberflächenvergrösserungen der Körperhaut in Gestalt der Kiemenbläschen. Dieselben unterscheiden sich jedoch von den Bursae einmal durch ihre grössere Zahl und Verbreitung über die Körperoberfläche als auch dadurch, dass sie nicht wie die Bursae Einstülpungen, sondern Ausstülpungen der Körperwand darstellen. Aber gerade die letztgenannte morphologische Verschiedenheit ist für ihre Function ohne Belang. Denn in beiden Fällen wird die eine Oberfläche des Organs von der Flüssigkeit der Leibeshöhle, die andere von dem Seewasser bespült, so dass durch die dünnhäutige Wandung ein Gasaustausch sich vollziehen kann. Mit demselben Rechte also, mit welchem

wir den Kiemenbläschen der Asterien eine respiratorische Function zusprechen, können wir auch die Bursae der Ophiuren als Respirationsorgane betrachten, um so mehr als anderweitige Athmungsorgane bei den Ophiuren nicht bekannt sind. Von Wichtigkeit für diese Auffassung wird es sein am lebenden Thiere zu untersuchen, ob ein Wechsel des Seewassers in den Bursae, vielleicht sogar in regelmässigen Intervallen und bewirkt durch Contractilität der Wandung oder (zugleich mit) Wimpereinrichtungen an derselben, stattfindet.

Dass die Aufnahme der Geschlechtsproducte nicht die hauptsächliche oder alleinige Aufgabe der Bursae sein kann, ist offenbar. Denn einmal inseriren sich die Geschlechtsorgane stets in der Nähe der Mündung der Bursa, so dass ihre Producte von dort sehr leicht und schnell in die Aussenwelt gelangen können ohne in den blindgeschlossenen Fundus der Bursa zu gerathen. Dann aber sind die Bursae auch schon an den jugendlichen Thieren vorhanden, bevor die Genitalorgane sich zur Reife zu entwickeln beginnen. Auch den Gedanken, dass die Bursae etwa nur als Aufbewahrungs- und Bruträume für die Eier zu dienen hatten, kann man nicht festhalten, da man die Bursae bei männlichen und weiblichen Thieren in derselben Ausbildung findet.

Bei einzelnen Arten scheinen allerdings die Bursae nebenher als Bruträume zu functioniren. Es ist bekannt, dass es unter den Ophiuren einige lebendiggebärende Formen giebt. Als solche sind bis jetzt constatirt Amphiura (Ophiolepis) squamata und Ophiacantha marsupialis Lym. Bei der erstgenannten Art entdeckten A. Krohn [1]) und M. Schultze [2]), dass die jungen Thiere im Innern des mütterlichen Körpers, nach ihrer Meinung in der Leibeshöhle, gelegen sind. Da aber A. Krohn und M. Schultze von der Existenz der Bursae noch nichts wussten, so darf man ihre Angabe »in der Leibeshöhle« nicht im strengen Sinne nehmen; ich bin überzeugt, dass, wie es ja nach den mitgetheilten Thatsachen zu erwarten steht, durch erneuerte Untersuchung der Amphiura squamata sich zeigen wird, dass die jungen Thiere nicht in der Leibeshöhle, sondern in den Bursae liegen. Darauf deutet auch eine Bemerkung von Krohn: »Alle Jungen scheinen innerhalb der Interradialräume der Leibeshöhle jedes in einem besonderen Fach eingeschlossen, dessen Wandung beiderseits in einer zarten, septumartig von der Leibeswand zur Magenwand hinübergespannten Haut zu bestehen scheint«. Aehnlich wie bei Amphiura squamata wird sich auch bei Ophiacantha marsupialis, von

1) Ueber die Entwicklung einer lebendig gebärenden Ophiure. Müller's Arch. 1851. p. 338—348. Taf. XIV, Fig. 1.

2) Ueber die Entwicklung von Ophiolepis squamata, einer lebendig gebärenden Ophiure. Müller's Archiv. 1852. p. 37—46. Taf. I.

der wir bis jetzt nur eine ungemein kurze Notiz von Lyman[1]) besitzen, die Sache verhalten.

Die Bursae sind eine unter den lebenden Echinodermen einzig und allein den Ophiuriden eigenthümliche Einrichtung. Da sie ausnahmslos allen Ophiuriden, die Euryaliden natürlich[2]) mit eingeschlossen, zukommen und sich bei keinem anderen lebenden Echinoderm eine morphologisch identische Bildung findet, so sind sie ein ganz vorzügliches Merkmal für die Abgrenzung der Ophiuriden im System. Je schroffer aber dadurch die Ophiuren sich den übrigen Echinodermen gegenüberstellen, um so mehr fühlt man sich aufgefordert auch hier nach den verknüpfenden Uebergängen zu suchen, und wenn sich bei den lebenden Formen nirgends eine Bildung zeigt, welche mit den Bursae der Ophiuren in morphologischen Zusammenhang gebracht werden könnte, so muss man die fossilen Echinodermen heranziehen und die Frage aufwerfen, ob denn auch dort keinerlei ähnliche Einrichtung vorhanden sei.

Bei den Blastoideen liegt jederseits unter dem sogen. Pseudoambulacralfeld ein durch F. Römer[3]) bekannt gewordenes Röhrensystem, die sogen. Genitalröhren. Von ihnen ist neuerdings durch Rofe[4]) und Billings[5]) gezeigt worden, dass die zu je einer der zehn Gruppen gehörigen »Röhren« ein einheitliches Organ darstellen, welches sich mit seiner Aussenseite an den Rand der Pseudoambulacralfelder befestigt, dessen Innenseite aber bei den verschiedenen Arten in eine verschieden grosse Zahl von Längsfalten (den »Röhren«) sich legt und in den Innenraum des Thieres hineinragt. Billings betrachtet das Organ als ein Respirationsorgan und nennt es Hydrospire. Nach ihm und nach Rofe steht dasselbe nicht nur mit den bekannten Genitalöffnungen (»spiracles« Bill.)

1) Theodore Lyman, Ophiuridae and Astrophytidae. Illustr. Catal. Mus. Comp. Zool. Harvard College. Nr. VIII. Zoological Results of the Hassler Expedition II. Cambridge, Mass. 1875. p. 14. Taf. I, Fig. 9.

2) Bei der Uebereinstimmung, welche die Euryaliden in ihrem ganzen Aufbau mit den echten Ophiuren zeigen, kann kein Zweifel sein, dass auch ihre sogen. Genitalspalten Bursalspalten sind und in eine derjenigen der Ophiuren wesentlich gleich gebildete Bursa hineinführen. Es stand mir keine Euryalide zur Verfügung, sonst würde ich nicht verfehlt haben, mich durch eigene Untersuchung von der Richtigkeit meiner Ansicht zu überzeugen.

3) Monographie d. fossilen Crinoideenfamilie der Blastoideen. Arch. f. Naturg. 1851.

4) John Rofe, Notes on some Echinodermata from the Mountain-Limestone etc. Geol. Mag. Vol. II. London 1865. p. 249. Taf. VIII.

5) E. Billings, Notes on the structure of the Crinoidea, Cystidea and Blastoidea. Americ. Journ. of Science and Arts by Silliman and Dana. 2. Ser. Vol. 48. p. 69—83; Vol. 49, p. 51—58; Vol. 50, p. 225—240. 1869—1870.

in Zusammenhang, sondern auch mit den Poren des Pseudoambulacralfeldes. Diese Poren werden gewöhnlich als Ambulacralporen bezeichnet, d. h. also als Durchtrittsstellen von Wassergefässzweigen. Es lässt sich jedoch bei dem derzeitigen Stande unserer Kenntniss der Organisation der Blastoideen darüber ebensogut wie über manchen anderen Punkt streiten. So z. B. scheint es mir noch keineswegs eine ausgemachte Sache zu sein, ob die Pinnulae der Blastoideen mit den Pinnulae der Crinoideen gleichgestellt werden können. Von einem einigermassen befriedigenden Verständniss der Gesammtorganisation der Blastoideen sind wir noch sehr weit entfernt. Deshalb kann ich auch meine Meinung, dass die Hydrospiren der Blastoideen mit den Bursae der Ophiuriden homolog seien, nur mit allem Vorbehalt äussern und muss die Entscheidung über ihre Richtigkeit, da mir selbst kein ausreichendes Material zur Verfügung steht, der Zukunft überlassen. Meine Ansicht gründet sich auf die Uebereinstimmung in der Lage der Hydrospiren der Blastoideen mit den Bursae der Ophiuriden, sowie auch auf die in beiden Organen in gleicher Weise vorkommende Faltenbildung an der der Leibeshöhle zugekehrten Seite. Dass die Hydrospire der Blastoideen eine verkalkte Wand besessen hat, kann kein Einwurf sein, denn es treten ja auch bei den Ophiuren Verkalkungen in der Wand der Bursae auf.

Um denjenigen meiner Fachgenossen, welchen die einschlägigen Verhältnisse der Blastoideen weniger bekannt sind, die in Bezug auf Lage und Form ungemein frappante Uebereinstimmung der Bursae mit den Hydrospiren zu erläutern, habe ich auf Fig. 30—37 eine Anzahl Abbildungen zusammengestellt, deren Erklärung hier folgen möge.

Fig. 30 und 31 sind Ansichten eines Exemplars von Orophocrinus (Pentatrematites) stellaeformis Owen und Shum., welches sich in der hiesigen paläontologischen Sammlung befindet. Die beiden Zeichnungen wurden mir von Herrn Professor K. von Seebach freundlichst überlassen, dessen vor Jahren veröffentlichte kurze Beschreibung und Aufstellung des Genus Orophocrinus [1]) sich auf dasselbe Exemplar beziehen. Jederseits neben den Pseudoambulacralfeldern sieht man einen langen Schlitz, der sich an seinem inneren Ende etwas erweitert. v. Seebach hat dieselben im Sinne der damaligen Auffassung Genitalspalten genannt. Billings [2]) beschreibt dasselbe Thier unter dem Namen Codonites stelliformis und nennt die erwähnten schlitzförmigen Spalten Spiracula. Abgesehen von der Differenz der Benennung stimme ich mit Billings in der

1) K. von Seebach, Ueber Orophocrinus, ein neues Crinoideengeschlecht aus der Abtheilung der Blastoideen. Nachrichten v. d. kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen aus d. Jahre 1864. Nr. 6. Sitz. vom 5. März. p. 110—111.

2) l. c. Vol. 50, p. 232 sqq. Fig. 10, 11.

Deutung der Spalten überein und betrachte sie als das Homologon der Bursalspalten der Ophiuren.

Fig. 32 ist eine Copie der von BILLINGS[1]) gegebenen Abbildung von Pentatrematites caryophyllatus de Kon. Bei dieser Form finden sich jederseits von jedem Pseudoambulacrum nicht wie bei der vorhin betrachteten Art nur ein, sondern fünf hintereinandergelegene schlitzförmige Spalten. Diese Vermehrung der Spalten (Spiracula BILLINGS) spricht nicht gegen ihre Homologie mit den Bursalspalten der Ophiuren, da ja auch dort eine Vermehrung vorkommt in Gestalt einer Verdoppelung bei der Gattung Ophioderma.

Fig. 33—37 sind Copien BILLINGS'scher Abbildungen[2]). Fig. 33 stellt einen schematisirten Horizontalschnitt durch einen typischen Pentatrematiten dar. *l*, bedeutet das den Boden eines Pseudoambulacralfeldes bildende sogen. Lanzettstück. Rechts und links davon ist einer von den an den Basen der sogen. Pinnulae befindlichen Poren (*p*) getroffen. Alle diese Poren führen in das gefaltete Organ *h*, die Hydrospire (Bursa nach meiner Auffassung). Mit *rr* sind die beiden Aeste eines radialen Gabelstückes des Kelches bezeichnet.

Fig. 34 ist ein Querschnitt durch ein Pseudoambulacralfeld von Pentatrematites Godoni; mit *l* ist wieder das Lanzettstück, mit *h* die Hydrospire und mit *p* die Poren bezeichnet; *g*, bedeutet die mediane Rinne des Pseudoambulacralfeldes.

Fig. 35 ist ein der Fig. 33 entsprechender Schnitt durch Nucleocrinus, der im Wesentlichen die gleichen Verhältnisse, wie sie Fig. 33 darstellt, wiederholt; nur besitzt hier jede Hydrospire nicht mehr als zwei Falten.

Fig. 36 und 37 sind Schemata der Hydrospiren der typischen Pentatrematiten. Je zwei zu demselben Interradius gehörige Hydrospiren, die bei Orophocrinus stellaeformis, Pentatrematites caryophyllatus sowie bei Nucleocrinus auch in der Nähe des ventralen Scheitels des Thieres getrennt von einander bleiben, vereinigen sich bei den typischen Pentatrematiten um mit einer gemeinsamen Oeffnung, *s*, nach aussen zu münden. Während also die Zahl der Spiracula bei Orophocrinus und Nucleocrinus mit der Zahl der Hydrospiren, 10, übereinstimmt, ist sie bei den typischen Vertretern der Gattung Pentatrematites nur halb so gross, 5.

1) l. c. Vol. 48. p. 79. Fig. 11. Vergl. auch die Abbildung bei DE KONINCK et LE HON, Recherches sur les Crinoides du terrain carbonifère de la Belgique. Mém. de l'Acad. roy. de Belgique. T. XXVIII. Bruxelles 1854. Taf. VII, Fig. 8 *b*.

2) Fig. 33 = BILLINGS, l. c. Vol. 48. p. 81. Fig. 14; Fig. 34 = BILL. ibid. Fig. 13; Fig. 35 = BILL. l. c. Vol. 50. p. 231. Fig. 7; Fig. 36 und 37 = BILL. l. c. Vol. 48. p. 81. Fig. 12.

In Fig. 36 ist das Paar der Hydrospiren bei einer Ansicht von der der Körperhöhle zugekehrten Seite her gedacht; die Längslinien sollen die Falten, in welche sich die Wand der Hydrospire an dieser Seite legt, andeuten. Fig. 37 ist eine Ansicht der entgegengesetzten, der Körperwand zugekehrten Seite. Die punktirte Linie *f* bedeutet die Reihe der an den Basen der sogen. Pinnulae gelegenen Poren, welche in die Hydrospire hineinführen.

Am Schlusse dieser Abhandlung erfülle ich die angenehme Pflicht denjenigen Fachgenossen, welche mich durch Material zu unterstützen die Güte hatten, meinen verbindlichen Dank auszusprechen; es sind dies die Herren Professor Ehlers und Professor von Seebach in Göttingen, Professor Möbius in Kiel, Professor Semper in Würzburg und Dr. Spengel in Neapel.

Göttingen, 2. Juli 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIV—XXVII.

Fig. 1—13 beziehen sich auf Ophiarachna incrassata M. Tr. und sind bei gleicher Vergrösserung, 1,2 : 1, gezeichnet mit Ausnahme der Fig. 10, welche nur dreifach vergrössert ist.

Fig. 1. Dritter Wirbel von der adoralen Seite. *a*, oberer lateraler, *b*, unterer lateraler Gelenkfortsatz; *c*, Flügelfortsatz, *d*, Oeffnungen für den Eintritt der Wassergefässzweige zu den Füsschen; *e*, Canal für den Durchtritt des radiären Wassergefässes.

Fig. 2. Dritter Wirbel von der aboralen Seite. *a*, oberer lateraler Gelenkfortsatz; *b*, obere mediane Gelenkgrube; *d*, untere laterale Gelenkgrube; *f*, unterer medianer Gelenkfortsatz; *c*, Flügelfortsatz; *e*, Canal für den Durchtritt des radiären Wassergefässes.

Fig. 3. Vierter Wirbel von der adoralen Seite. *a*, obere laterale Gelenkgrube; *b*, oberer medianer Gelenkfortsatz; *d*, unterer lateraler Gelenkfortzatz; *f*, untere mediane Gelenkgrube; *c*, Flügelfortsatz.

Fig. 4. Wirbel aus dem proximalen Theile des Armes von der adoralen Seite. Bezeichnung wie bei Fig. 3; *g*, Grube für den unteren Zwischenwirbelmuskel.

Fig. 5. Derselbe Wirbel wie in Fig. 4 von der aboralen Seite. Bezeichnung wie in Fig. 2.

Fig. 6. Drei aufeinander folgende Wirbel aus dem proximalen Abschnitt eines

Armes von der Seite gesehen; die linke Seite der Figur liegt adoral, die rechte aboral. *a*, oberer lateraler Gelenkfortsatz der aboralen Seite; *f*, unterer medianer Gelenkfortsatz der aboralen Seite; *a'*, Erhebung an der medianen Seite der oberen lateralen Gelenkgrube der adoralen Seite; *d*, unterer lateraler Gelenkfortsatz der adoralen Seite; *g*, Grube für den unteren Zwischenwirbelmuskel; *h*, Lage der Grube für die Insertion des Füsschens; *h'*, Austritts-, *h''*, Wiedereintrittsstelle des Wassergefässzweiges zum Füsschen aus, resp. in den Wirbel; von *h'* zu *h''* verläuft eine gebogene Rinne, für den freiliegenden Abschnitt des zum Füsschen gehenden Wassergefässzweiges.

Fig. 1—6 sind so orientirt, dass ihr oberer Rand der dorsalen, ihr unterer Rand der ventralen Seite der Skeletstücke entspricht.

Fig. 7. Dieselben drei Wirbel wie in Fig. 6 von der ventralen Seite, die obere Seite der Figur liegt aboral, die untere adoral. *r*, die Rinne für das radiäre Wassergefäss; *h*, Grube für die Insertion des Füsschens; *h'*, Eintrittsstelle des Wassergefässzweiges zum Füsschen in den Wirbel; *g*, Grube für den Ansatz des unteren Zwischenwirbelmuskels; *n*, Eintrittsstelle des Nervenzweiges zu dem oberen Zwischenwirbelmuskel in den Wirbel; *n'*, Rinne für den Nervenzweig zum Füsschen; *f*, unterer medianer Gelenkfortsatz der aboralen Seite; *d*, unterer lateraler Gelenkfortsatz der adoralen Seite.

Fig. 8. Ein Mundwinkel mit den anstossenden Mundecken von der Dorsalseite. A_1, erstes Ambulacralstück (= Peristomalplatte); Ad_1, erstes Adambulacralstück mit A_2, dem zweiten Ambulacralstück zur Bildung des Mundeckstückes fest verwachsen. A_3, drittes, A_4, viertes Ambulacralstück, mit ihren Partnern verschmolzen zur Bildung des dritten und vierten Wirbels; *T*, Torus angularis, besteht bei dieser Art aus mehreren übereinandergelegenen Stücken, von denen rechts das oberste, links nach Entfernung des der abgestutzten Fläche *a* aufsitzenden obersten das zweite Stück sichtbar wird; *P*, Papillen zwischen dem ersten und zweiten Mundfüsschen; F_1, Grube für das erste Mundfüsschen, dorsalwärts zum Theil überdacht von der Schuppe des ersten Füsschens S_1; S_2, Schuppe des zweiten Füsschens; B_1, erstes Bauchschild; *r*, Rinne für den Wassergefässring; *r'*, Rinne für den Nervenring; *b*, Eintrittsstelle des Wassergefässzweiges für das erste und zweite Mundfüsschen; *Mo*, oberer Zwischenwirbelmuskel; *Bu S*, Bursalspange; *Bu*, Bursalspalte.

Fig. 9. Dieselbe Ansicht wie Fig. 8 nach Entfernung der Peristomalplatten des Torus angularis, der Schuppen des ersten Füsschens, der Papillen zwischen dem ersten und zweiten Füsschen, sowie der oberen Zwischenwirbelmuskel. Ad_1, A_2, A_3, A_4, F_1, S_2, B_1, *r*, *r'*, *b*, wie in der Fig. 8; *c*, Flügelfortsatz der Wirbel; *a*, oberer lateraler Gelenkfortsatz des dritten Wirbels an dessen adoraler Seite; *a'*, oberer lateraler Gelenkfortsatz des dritten Wirbels an dessen aboraler Seite.

Fig. 10. Ein Mundwinkel von der Ventralseite. MS_1, das Mundschild, welchem das für die Gattung Ophiarachna charakteristische zweite kleinere Mundschild MS_2 an der aboralen Seite anliegt; MS_1 ist das typische bei den übrigen Ophiuren wiederkehrende erste intermediäre Interambulacralstück (J_1); *ZP*, Zahnpapillen; *MP*, Mundpapillen; *P*, Papillenreihe zwischen dem ersten und zweiten Füsschen; B_2, zweites Bauchschild; B_4, viertes Bauchschild; S_2, Schuppe des zweiten Füsschens; Ad_2, Ad_3, Ad_4, Ad_5, zweites bis fünftes Adambulacralstück (Seitenschild); F_5, Oeffnung für den Durchtritt des fünften Füsschens.

Fig. 11. Eine Mundecke von der adradialen Seite, nach Entfernung der Papillen und der Tentakelschuppen. *T*, Torus angularis aus fünf getrennten Stücken bestehend; F_1, Grube für das erste, F_2, Grube für das zweite Füsschen; *r*, Rinne für

das radiäre Wassergefäss; r', Rinne für den radiären Nerven, welche da wo sie sich in die Rinne für den Nervenring fortsetzt von der Dorsalseite her von A_1, den ersten Ambulacralstücken (= Peristomalstücken) überdacht wird; a, Gelenkfläche für die Verbindung mit dem zum gleichen Radius gehörigen Mundeckstück.

Fig. 12. Ein Mundeckstück, gleichfalls von der adradialen Seite, aufgebrochen um den Verlauf der Canäle für die zu den Füsschen tretenden Wassergefässzweige zu zeigen. r', Rinne für den Nervenring; F_1, F_2, Gruben für das erste und zweite Füsschen; b, Eintrittsstelle des Wassergefässzweiges, welcher vom Wassergefässring entspringt und sich im Inneren des zweiten Ambulacralstückes nach kurzem Verlauf in die beiden das erste und das zweite Füsschen versorgenden Aeste spaltet.

Fig. 13. Ein Mundeckstück von der abradialen Seite. r', Rinne für den Nervenring, r, Rinne für den Wassergefässring; c, Flügelfortsatz des zweiten Ambulacralstückes; a, oberer lateraler, b, unterer lateraler Gelenkfortsatz.

Fig. 11—13 sind so orientirt, dass der obere Rand der Figur der dorsalen, der untere der ventralen Seite der Skelettheile entspricht.

Fig. 14. Eine Mundecke von Ophioglypha albida, von der Ventralseite; Vergrösserung 11/1. J_1, erstes interradiäres Interambulacralschild (Mundschild); T, Ventralansicht des Torus angularis; Ad_1, Ventralansicht des ersten Adambulacralstückes; Ad_2, zweites Adambulacralstück; Ad_3, drittes Adambulacralstück (Seitenschild); B_2, B_3, zweites, drittes Bauchschild; F_2, F_3, F_4, Oeffnungen für das zweite, dritte, vierte Füsschen; Bu, Bursalspalte.

Fig. 15. Schema über die Zusammensetzung des Mundskeletes der Asterien.

Fig. 16. Schema über die Zusammensetzung des Mundskeletes der Ophiuren.

Beide Figuren sind als Ansichten der dorsalen Seite des Mundskeletes gedacht. Die Reihe der Ambulacralstücke ist mit einem grauen, diejenigen der Adambulacralstücke mit einem gelblichen Tone gedeckt. Wo die Skeletstücke sich übereinander legen, ist der Contour des unterliegenden unterbrochen gezeichnet. Das Wassergefässsystem ist durch die blauen Linien angedeutet. Wo Theile des Wassergefässsystems unterhalb von Skeletstücken verlaufen, ist die blaue Linie unterbrochen gezeichnet, wo sie in einem Skeletstück verlaufen, ist dies durch die Blässe der blauen Linien bezeichnet.

A_1, A_2, A_3, A_4, die Ambulacralstücke; Ad_1, Ad_2, Ad_3, Ad_4, die Adambulacralstücke; J_1, das erste intermediäre Interambulacralstück; P, Papillen der Mundecke; T, Torus angularis; W, der Wassergefässring; Wr, das radiäre Wassergefäss; I, II, das erste und das zweite Füsschen. Vergl. auch den Text.

Fig. 17. Bursa von Ophioglypha Sarsii in situ nach Abtrennung der Rückenhaut der Scheibe, des Magensackes und der Genitalorgane; von der Dorsalseite gesehen. Links von der Wirbelreihe des Armes ist auch die Bursa entfernt, so dass man die Umrandung der Bursalspalte erblickt. Vergrösserung 5,2/1. A, der Arm; Kw, die Körperwand; P, das Peristom; B, die Bursa; Bd, ihr dorsaler Endzipfel; Bu', die Bursalspange; Bu'', die Plattenreihe der abradialen Seite der Bursalspalte.

Fig. 18. Junger Ovarialschlauch von Ophioglypha Sarsii mit grossem Blutsinus und Aufhängefäden. Vergrösserung 45/1. a, die äussere Wandung; b, der innere Eier bildende Schlauch; zwischen beiden der geräumige Blutsinus; Bf, Aufhängefäden.

Fig. 19. Dorsale Ansicht des Magens, der Geschlechtsorgane und der dorsalen Zipfel der Bursa bei einer geschlechtsreifen Ophioglypha albida ♀ nach Entfernung der Rückenhaut der Scheibe. Vergrösserung 7/1. M, der Magen, F, Falten der Magen-

wand, in welche die dorsalen Endzipfel der Bursae, *Bd*, sich lagern; *G*, die Ovarialschläuche.

Fig. 20. Dasselbe Präparat wie Fig. 19, jedoch von einem kleineren, nicht geschlechtsreifen Individuum. Die winzigen unentwickelten Genitalschläuche haben sich noch nicht über die dorsale Seite des Magens herübergelegt. Vergrösserung 7/1. *Bd*, die dorsalen Endzipfel der Bursae; *Mr*, die radiären, *Mi*, die interradiären Ausbuchtungen des Magens.

Fig. 21. Schema einer Bursa der Gattung Ophioglypha. Die Bursa ist von der abradialen Seite gezeichnet. Die Genitalorgane sind verhältnissmässig zu klein gezeichnet, wenigstens mit Bezug auf die geschlechtsreifen Thiere. *G*, die Genitalschläuche; *Bd*, der dorsale Zipfel der Bursa. *Babo*, der aborale, *Bado*, der adorale Bezirk der Bursa; *Babr*, die abradiale Wand der Bursa.

Fig. 22. Eine Bursa von Ophioglypha, der Länge nach aufgeschnitten und auseinander geklappt. Um aus diesem Schema dasjenige der Fig. 21 herzustellen, muss man die untere Hälfte der Figur so um die Linie x—y als Achse gedreht denken, dass sie auf die obere Hälfte zu liegen kommt. Die obere Hälfte der Figur wird von der adradialen, die untere Hälfte von der abradialen Wand der Bursa gebildet. Die Figur soll besonders dazu dienen die Anordnung der Genitalporen zu erläutern. *BS*, die Bursalspalte; *Bu'*, die Bursalspange; *Bu''*, die Plattenreihe am abradialen Rande der Bursalspalte; *Bd*, der dorsale Zipfel, *Bado*, der adorale Bezirk der Bursa; *Gp*, die Genitalporen.

Fig. 23. Adoraler Theil der Bursae, *B*, von Ophiocoma nigra um die Lage der Plattenreihe, *b*, in der abradialen Wand der Bursa, da wo sich die letztere über die dorsale Seite des Peristoms hinüberlegt, zu zeigen. Vergrösserung 11/1. *Kw*, dorsale Körperwand; *a*, von den Bursae nicht überdeckter Streifen der Dorsalseite der Wirbelreihe der Arme; die an dieser Stelle sichtbaren Partien der Wirbel und Zwischenwirbelmuskel sind in die Figur nicht eingezeichnet.

Fig. 24. Bursae von Ophiomyxa pentagona ♀ mit den ansitzenden Genitalschläuchen; nach Entfernung des Magensackes. Vergrösserung 4,2/1. *B*, Bursa; *G*, Genitalschläuche; *A*, Arm.

Fig. 25. Abradialer Rand der Bursalspalte von Ophioglypha Sarsii (cf. Fig. 17 *Bu''*) um die daselbst befindliche Plattenreihe zu zeigen; von der dorsalen Seite gesehen. Vergrösserung 7/1. *Kw*, Körperwand; *Bu''*, abradialer Rand der Bursalspalte mit seiner Plattenreihe; *Babr*, ein Stück der abradialen Bursalwand.

Fig. 26. Bursae und Generationsorgane von Ophiopholis bellis ♀, nach Entfernung der Rückenhaut der Scheibe und des Magensackes; Ansicht von der Dorsalseite. Vergrösserung 3/1. *B*, Bursa; *Bado*, adoraler, *Babo*, aboraler Zipfel derselben; *GK*, Klumpen der vereinigten Genitalschläuche; *A*, Arm. Rechts in der Figur sind die Genitalklumpen ganz entfernt, links angeschnitten.

Fig. 27. Kalkkörper aus der Wand der Bursa von Ophioderma longicauda. Vergrösserung 220/1.

Fig. 28 *a*, *b*, *c*, *d*. Verschiedene Formen von Kalkkörpern aus der Wand der Bursa von Ophiocoma scolopendrina. Vergrösserung 220/1.

Fig. 29. Reihe der Kalkplatten in der abradialen Wand der Bursa von Ophiocoma scolopendrina (vergl. Fig. 23 *b*). Vergrösserung 12/1. *a*, adorales, *b*, aborales Ende der Plattenreihe.

Fig. 30. Orophocrinus stellaeformis Owen u. Shum. Ansicht von der ventralen Oberfläche.

Fig. 31. Orophocrinus stellaeformis. Seitenansicht.

Fig. 32. Pentatrematites caryophyllatus de Kon. Ansicht der ventralen Oberfläche; nach de Koninck und Billings.

Fig. 33. Horizontaler Querschnitt durch einen Pentatrematiten, schematisch; nach Billings.

Fig. 34. Querschnitt durch ein Pseudoambulacralfeld von Pentatrematites Godoni; drei Mal vergrössert; nach Billings.

Fig. 35. Horizontaler Querschnitt durch Nucleocrinus, schematisch; nach Bill.

Fig. 36. Ein Paar Hydrospiren von Pentatrematites mit gemeinsamem Spiraculum; von der der Körperhöhle zugekehrten gefalteten Seite gesehen; nach Billings.

Fig. 37. Ein Paar Hydrospiren von Pentatrematites mit gemeinsamem Spiraculum von der an der Körperwand befestigten Seite gesehen; die punktirte Linie bedeutet die Porenreihe; nach Billings.

Fig. 30—37 sind ausführlich im Texte erläutert.

Ueber die Genitalorgane der Asterina gibbosa.

Mit Tafel XXVIII.

Nachdem es mir gelungen war bei allen Seesternen, welche ich darauf zu untersuchen Gelegenheit hatte, die Existenz bestimmter Genitalöffnungen im Gegensatz zu den früheren Behauptungen, wonach ein Theil der Seesterne derselben entbehren sollte, nachzuweisen, habe ich diesen Punkt auch fernerhin im Auge behalten und gelegentlich diesen und jenen Seestern bezüglich seiner Geschlechtsorgane aufs Neue einer Untersuchung unterworfen. Was ich fand, waren Bestätigungen meiner früheren Angaben. In einem Falle jedoch stiess ich auf ganz unerwartete Verhältnisse und zwar bei einem unserer gewöhnlichsten Asteriden. Es ist dieser Befund, wie er sogleich näher geschildert werden soll, um so auffälliger und bemerkenswerther als sich bis jetzt bei keinem anderen Seestern, auch denjenigen derselben Gattung nicht, ein ähnliches Verhalten hat auffinden lassen.

In allen Fällen, in welchen bisher die Genitalöffnungen genau constatirt wurden, liegen dieselben auf der dorsalen Seite der Scheibe oder der Arme, so dass man glauben konnte, darin einen durchgreifenden Unterschied der Asteriden von den Ophiuriden gefunden zu haben, bei welch' letzteren die Genitalorgane stets an der ventralen Seite der Scheibe nach aussen münden. Um so überraschender war es für mich bei Asterina gibbosa Forb. (= Asteriscus verruculatus M. Tr.) die Genitalöffnungen in der ausgesprochensten Weise auf der ventralen Seite der Scheibe zu finden, und das noch um so mehr, als ich früher bei einer anderen Art derselben Gattung: Asterina pentagona E. v. Mart. (= Asterina exigua Perrier), die dorsale Lagerung der Geschlechtsöffnungen selbst festgestellt hatte. Im ersten Augenblicke dachte ich an eine viel-

leicht pathologische Bildung — musste diesen Gedanken indessen sehr bald wieder aufgeben da ich bei sämmtlichen circa 12 Exemplaren, welche mir durch die Güte meines Freundes Dr. Spengel aus der zoologischen Station in Neapel in bestem Erhaltungszustande zugegangen waren, das völlig gleiche Verhalten fand. Bevor ich auf die vergleichend anatomische Bedeutung dieses Befundes, der übrigens, wie wir sehen werden, auch für die Systematik nicht ohne Interesse ist, näher eingehe, möge zunächst das Thatsächliche geschildert werden.

Betrachtet man eine Asterina gibbosa von ihrer ventralen Seite, so findet man in jedem interradialen Bezirke zwei kleine schlitzförmige Oeffnungen in symmetrischer Lage zur Medianebene des Interradius. Jede dieser Oeffnungen ist von einem gewulsteten Rande umgeben, liegt mit ihrer Längsachse parallel der nächstbenachbarten Ambulacralrinne und befindet sich zwischen der dritten und vierten oder seltener zwischen der zweiten und dritten Reihe der stacheltragenden Interambulacralplatten, wenn wir letztere von der Ambulacralrinne her zählen (Fig. 1 *I*, *II*, *III* etc.) und dabei die Reihe der Adambulacralplatten nicht mitrechnen; zählen wir die Reihen der Interambulacralplatten von der Mundecke aus quer zur Richtung der Ambulacralrinnen (Fig. 1 1, 2, 3, 4, 5, 6 etc.), so liegen die Oeffnungen zwischen der fünften und sechsten Reihe. Die Oeffnungen können an Weingeistexemplaren mit der Loupe recht deutlich wahrgenommen werden. Schnitte durch die Oeffnungen zeigen, dass dieselben ein einheitliches Lumen mit vielfach längsgefalteter Wandung besitzen (Fig. 2). Jede Oeffnung führt in einen Canal, dessen innere Wandung gleichfalls sich in Längsfalten legt und welcher von der Oeffnung aus an der Innenseite der ventralen Körperwand erst eine Strecke weit nach der Peripherie der Scheibe hin verläuft. Alsdann verlässt der Canal die ventrale Körperwand und zieht sich, indem er einen mit der Concavität nach der dorso-ventralen Achse des Thieres gerichteten Bogen beschreibt, an den die ventrale Körperwand mit der dorsalen verbindenden Stützpfeilern in die Höhe, bis er die Innenseite der dorsalen Körperwand erreicht (Fig. 5). Dort geht er über in die basalen Abschnitte der Genitalschläuche, als deren Ausführungsgang er sich somit erweist.

Vergleichen wir diesen übrigens sehr leicht zu constatirenden Befund mit den früher von mir bei Asterina pentagona bekannt gemachten Verhältnissen [1]), so tritt uns die grosse Differenz in der Lage der Genitalöffnung und dem Verlaufe des Ausführungsganges entgegen, während

1) Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. XXX. p. 146. (Morph. Stud. an Echinod. p. 197.) Fig. 26—32.

das Bündel der Genitalschläuche selbst seine Lage ziemlich unverändert bewahrt hat (vergl. die Figuren 5 und 6). Bei Asterina pentagona liegt der Genitalporus dorsal und der Ausführungsgang verläuft von ihm aus, der Innenseite der Körperwand dicht anliegend, eine Strecke weit nach der Peripherie der Scheibe hin um die Basis der Genitalschläuche zu erreichen; er tritt also von der aboralen Seite an die letztere heran. Bei Asterina gibbosa aber kommt der Ausführungsgang von einem ventral gelegenen Porus und tritt, nachdem er einen weit längeren Weg als bei Asterina pentagona durchlaufen hat, von der adoralen Seite an die Basis der Genitalschläuche.

Es fragt sich nun in welcher Weise das Verhalten der Asterina gibbosa auf dasjenige der Asterina pentagona und der übrigen bis jetzt untersuchten Asteriden zurückzuführen ist? Hat bei Asterina gibbosa eine Lageverschiebung des Genitalporus von der dorsalen auf die ventrale Seite verbunden mit einer entsprechenden Lageverschiebung des Ausführungsganges stattgefunden oder sind Genitalporus und Ausführungsgang bei Asterina gibbosa Neubildungen? Da man vergleichend-anatomisch stets so lange als nur irgend thunlich mit den gegebenen Verhältnissen rechnen muss und erst auf zwingende Gründe hin neue Elemente in die Rechnung einführen darf, mit anderen Worten, da man solange als man etwas als Umbildung erklären kann keine Neubildung anzunehmen braucht, so wird man sich auch in diesem Falle von vornherein der Meinung zuneigen, dass Genitalgang und Genitalporus der Asterina gibbosa keine Neubildungen sind, sondern auf eine Lageverschiebung der gleichen Theile der übrigen Asterien zurückzuführen seien. Da aber der vorhin ausgesprochene allgemeine vergleichend-anatomische Grundsatz nur das Ergebniss der in Einzelfällen gewonnenen Anschauungen ist, so wird er selbst eine Kräftigung erhalten, wenn wir in einem neuen Einzelfalle seine Berechtigung erweisen können. Wäre der Genitalgang der Asterina gibbosa eine Neubildung, so müsste der Genitalgang der übrigen Asterien bei ihr in irgend einer entweder durch Functionsmangel rudimentären oder etwa im Dienste einer anderen Function veränderten Gestalt aufzufinden sein; denn einen völligen, spurlosen Schwund wird man nicht annehmen können, da bei den in allen anderen Beziehungen nächstverwandten Species derselben Gattung (Asterina pentagona, Asterina cephea) Genitalgang und Genitalporus an der für die Asterien typischen Stelle vorhanden sind. Es müsste also bei Asterina gibbosa aboralwärts (d. h. nach dem Centrum der Dorsalseite des Seesternes hin) von der Basis der Genitalschläuche sich ein Gebilde auffinden lassen, welches als rückgebildeter oder umgebildeter Genitalgang zu deuten wäre. Das ist nun aber nicht der Fall. Macht man an der genannten

Stelle Schnitte durch die Scheibenrückenhaut, so findet man an ihrer Innenseite einzig und allein in einem jeden Interradius zwei Blutgefässe (Fig. 4), von welchen, wie die Serie der Schnitte lehrt, ein jedes von dem dorsalen Blutgefässringe kommt und an die Basis eines Bündels der Genitalschläuche herantritt um sich dort ganz so wie ich das früher von Asterina pentagona und anderen Asterien gezeigt habe in die Blutsinusse vorzusetzen, die in der Wand der Genitalschläuche gelegen sind. Es stimmen also die genannten Gefässe der Asterina gibbosa in Herkunft, Verlauf und Endigung mit den Genitalgefässen der übrigen Asterien überein und wie die Blutgefässe der Asterien überhaupt, so sind auch sie von einem Perihämalcanal umschlossen (Fig. 4).

Da sich also bei Asterina gibbosa kein Rudiment des Genitalganges der übrigen Asterien aboralwärts von den Bündeln der Genitalschläuche nachweisen lässt, so ist man berechtigt, das abnorme Verhältniss des Genitalganges bei dieser Species durch eine Lageverschiebung zu erklären. Diese Erklärungsweise erhält eine Stütze dadurch, dass auch bei anderen Echinodermen und zwar insbesondere bei den Echinoideen, bei welchen die für sie typische Lage der Geschlechtsöffnungen in den Genitalplatten fast ausnahmslos mit grösster Beharrlichkeit festgehalten wird, Fälle vorkommen, in welchen die Genitalöffnungen ihre typische Stelle verlassen und eine Verschiebung in adoraler Richtung, also in demselben Sinne wie bei Asterina gibbosa, erfahren haben. Ein solcher Fall bietet sich bei Clypeaster rosaceus L. dar, bei welchem jede der fünf Genitalöffnungen zwischen den beiden Plattenreihen eines Interambulacrums adoralwärts etwa drei Plattenpaare weit verschoben ist[1]).

Auf welche Ursachen die Lageverschiebung der Genitalöffnung bei Asterina gibbosa zurückzuführen sei, lässt sich einstweilen, so lange wir weder eine genaue Kenntniss der Jugendstadien noch auch der Lebensverhältnisse dieser Art besitzen, nicht beantworten, wenn man sich nicht in leeren Vermuthungen ergehen will.

Auffällig ist endlich auch noch die Uebereinstimmung, welche die Lage der Genitalöffnungen bei Asterina gibbosa mit der Lage der Bursalspalten der Ophiuren zeigt. Ob aber diese Uebereinstimmung mehr als eine nur oberflächliche Aehnlichkeit ist, ob etwa der Genitalgang der Asterina gibbosa als morphologisch gleichwerthig mit der Bursa der Ophiuren zu betrachten ist, das wage ich bei dem Mangel verbindender Zwischenglieder noch nicht zu entscheiden.

Schliesslich noch einige Worte über die systematische Bedeutung

1) Vergl. Lovén, Etudes sur les Echinoidées. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Bd. XI. Nr. 7. Stockholm 1874. Taf. XVI, Fig. 186.

der ventralen Genitalporen der Asterina gibbosa. Es ist schon einige Mal die Frage aufgeworfen worden ob Asterina gibbosa des Mittelmeeres und der westeuropäischen Küsten mit Asterina cephea Edm. Perrier (=Asteriscus cepheus Val.) des rothen Meeres, des indischen Oceans und der ostasiatischen Gewässer identisch sei oder nicht[1]. Die Unterschiede beider Arten, welche von den Autoren angegeben werden, sind allerdings geringfügig genug, so dass man, wenn man beide als verschieden auseinanderhält, doch zugeben muss, dass sie einander ungemein nahe stehen. Bei dieser Sachlage schien es mir wahrscheinlich, dass auch Asterina cephea ventrale Genitalporen besitze. Ich untersuchte in Folge dessen eine Anzahl Exemplare von den Philippinen, die sich im Besitz des Göttinger Museums befinden, war aber sehr überrascht, dort keine ventralen, sondern dorsale Genitalöffnungen, wie bei Asterina pentagona, zu finden. Wenn also diese bemerkenswerthe Differenz zwischen Asterina gibbosa und Asterina cephea nicht noch durch Auffindung von Uebergangsstadien ausgeglichen wird, kann sie als unterscheidendes Merkmal beider Arten betrachtet werden.

Ausser bei den drei erwähnten Asterina-Arten suchte ich noch bei Asterina folium Lütk. (= minuta Gray) nach ventralen Genitalporen, jedoch vergeblich. Es wäre von Interesse an der Hand eines möglichst viele Arten der Gattung Asterina umfassenden Materiales festzustellen, ob Asterina gibbosa durch den Besitz ventraler Genitalporen durchaus isolirt im Innern der Gattung dasteht. Das Material der hiesigen Sammlung reicht leider nicht dazu aus.

Als ich obige Mittheilungen bereits abgeschlossen hatte, erhielt ich durch die Güte meines Freundes Spengel eine Abhandlung von Francesco Gasco[2], aus welcher hervorgeht, dass dieser Forscher schon vor zwei Jahren die ventralen Genitalöffnungen der Asterina gibbosa gesehen und ganz kurz beschrieben hat, ohne jedoch die vollständige Abnormität dieses Vorkommnisses zu würdigen. Er beschreibt die gleiche Lagerung der Genitalporen auch bei der von ihm als besonderen Art unterschiedenen Asterina Pancerii, welche jedoch offenbar, wie ich nach sorgfältiger Vergleichung einer Anzahl mir vorliegender Exemplare behaupte,

1) E. v. Martens, Ueber ostasiatische Echinodermen. 3. Seesterne des indischen Archipels. Archiv für Naturg. 1866. p. 72 und besonders Edm. Perrier, Révision des Stellérides du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Archives de Zool. expérim. T. V. 1876. p. 215, 235.

2) Francesco Gasco, Descrizione di alcuni Echinodermi nuovi o per la prima volta trovati nel Mediterraneo. Rendiconto della Reale Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli. Anno XV. fasc. 2. 1876. p. 9—11. Asteriscus Pancerii Gasco. p. 10. Anm. 3. »su ciascuna delle 5 provincie ventrali trovansi due fori, ai quali mettono capo i condotti degli organi riproduttori«.

nur eine Varietät der Asterina gibbosa ist. Gasco giebt dann weiter an, dass er bei Palmipes membranaceus vergeblich nach ventralen Genitalöffnungen gesucht habe. Ob aber Palmipes membranaceus dorsale Genitalporen besitzt und dadurch mit den übrigen Asterien übereinstimmt, erfährt man durch Gasco nicht. Es scheint mir aus seinen kurzen Worten hervorzugehen, dass ihm die dorsalen Genitalöffnungen anderer Asteriden nicht hinreichend bekannt waren, sonst würde er die Differenz zwischen Asterina gibbosa und den übrigen Asterien, nicht nur der Gattung Palmipes, gewiss betont haben.

Göttingen, 20. Juli 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVIII.

Fig. 1. Asterina gibbosa. Eines der fünf interradialen Felder der Ventralseite um die Lage der Genitalporen, *Gp*, zu zeigen. Vergrösserung 8/1. Die römischen Ziffern bedeuten die Reihenfolge der Plattenreihen, wenn dieselben von der Ambulacralrinne aus gezählt werden (in der Figur von der rechts an das gezeichnete Interradialfeld anstossenden Ambulacralrinne aus) und dabei die Reihe der Adambulacralplatten nicht mit gerechnet wird; die arabischen Ziffern bezeichnen die Reihenfolge der Plattenreihen, wenn dieselben quer zu der Ambulacralrinne gezählt werden.

Fig. 2. Verticaler Schnitt durch die ventrale Körperwand; die Schnittebene liegt quer zu der Medianebene des Interradius (entsprechend der Linie x—y in Fig. 1). *Kw*, Körperwand; *a*, äussere, *i*, innere Oberfläche derselben; *Gp*, aufgeschnittener Genitalporus mit längsgefalteter Wandung.

Fig. 3. Ein etwas weiter aboralwärts gelegener Schnitt. *Gg*, Genitalgang; die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 2.

Fig. 4. Verticaler Schnitt durch die dorsale Körperwand ziemlich senkrecht über dem Schnitt Fig. 2. *Kw*, *a*, *i*, wie vorhin; *Kb*, *Kb*, zwei Kiemenbläschen (vergl. Beiträge zur Anatomie der Asteriden Fig. 24, 35); *BG*, Blutgefäss, welches vom dorsalen Blutgefässring kommt und zu den Genitalorganen hinzieht (= Genitalgefäss); *PH*, Perihämalcanal, welcher das Genitalgefäss umgiebt.

Fig. 2, 3, u. 4 sind bei circa 40facher Vergrösserung gezeichnet; die Dicke der Körperwand müsste genau genommen etwa um die Hälfte beträchtlicher sein als sie in den Figuren der Raumersparniss halber dargestellt ist. Die mit *M* bezeichneten Pfeile bedeuten die Lage der Medianebene des Interradius.

Fig. 5. Schema über die Lage von *BG*, Genitalgefäss, *G*, Genitalschläuchen, *Gg*, Genitalgang und *Gp*, Genitalporus bei Asterina gibbosa.

Fig. 6. Ein gleiches Schema von Asterina pentagona.

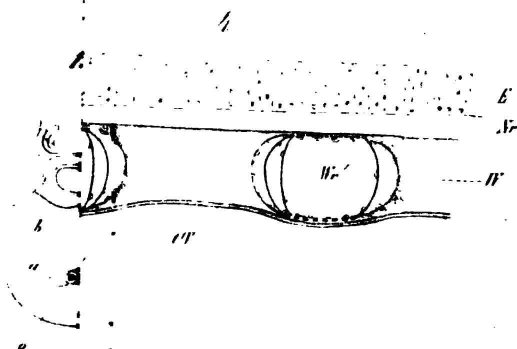
In Fig. 5 und 6 bedeutet *d*, die dorsale, *v*, die ventrale Körperwand, *P*, die beide mit einander verbindenden Stützpfeiler. Beide Figuren sind als verticale Schnitte durch einen Interradius gedacht.

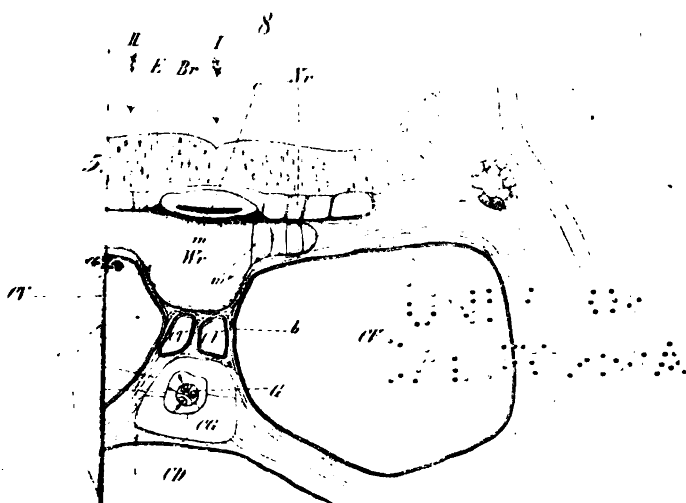
Sachregister.

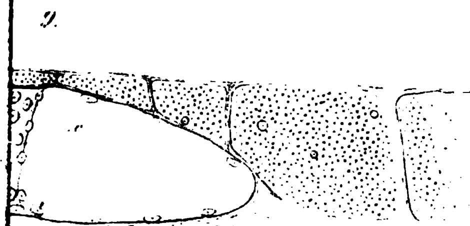
Berichtigungen.

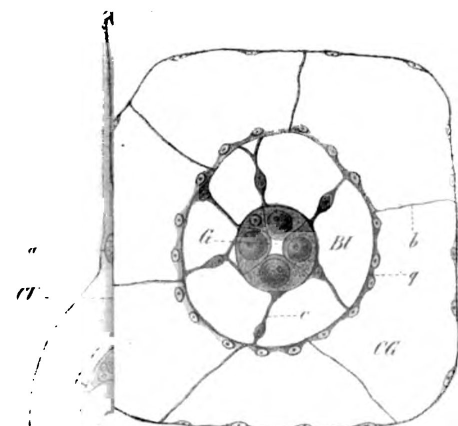
p. 11, Zeile 8 der Anmerkung soll es heissen: »so bei Echinen, Spatangen, Holothurien; bei den Ophiuren und Asterien aber —«.
p. 35, Anm. 1 soll es heissen »O. Hertwig«.
p. 59, Zeile 8 von unten, soll statt »ambulacral« stehen »anambulacral«.
p. 60, Zeile 15 von unten, soll statt »(Fig. 59)« stehen »(Fig. 61)«.
p. 161, Zeile 15 von unten, soll es heissen »den zwischendurchtretenden Füsschenampullen«.
p. 177, Zeile 5 von oben, soll hinter »Nerven« der Bindestrich fehlen.

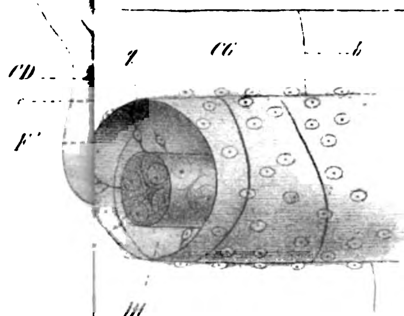
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.


4
E
Nr
Wr
W
CT
b
a


8
II
I
E
Br
Nr
Wr
CT
b
a
CG
CD

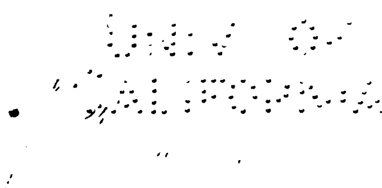

9.


a
G
Bl
b
q
c
CG
a
CT

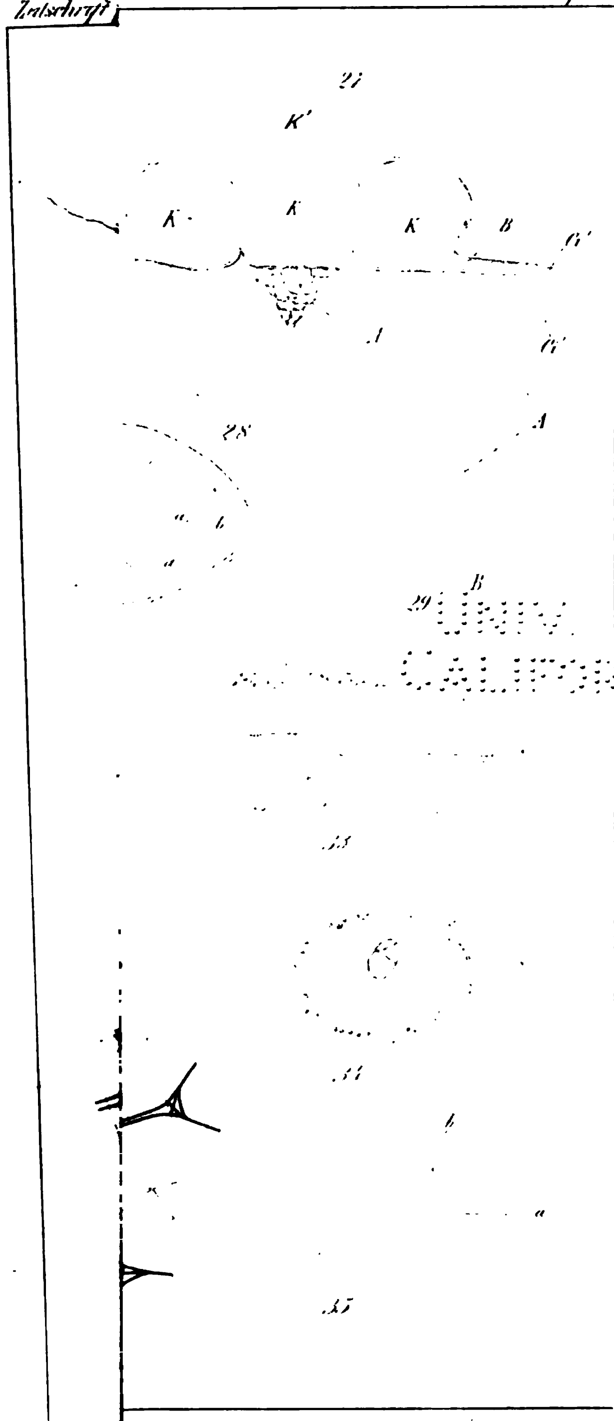

q
CG
b
CD
c
F
M

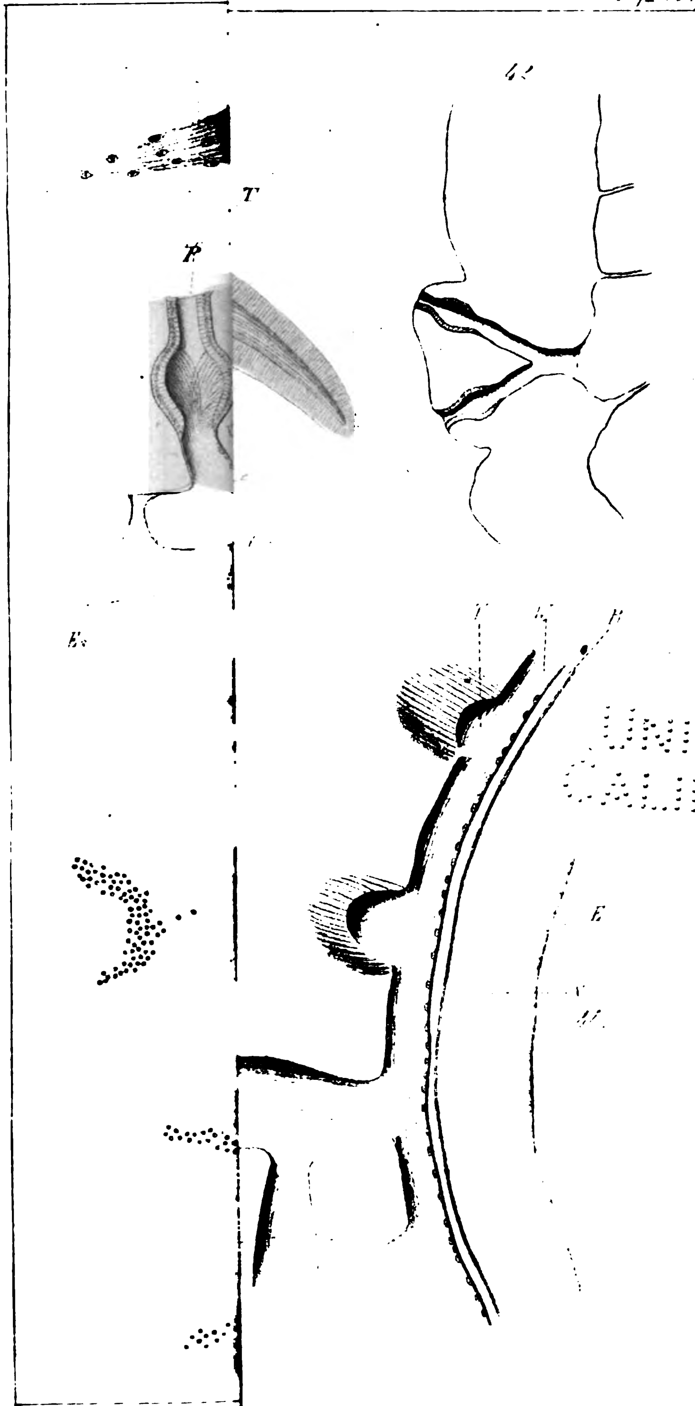



R I

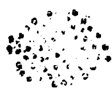



R I

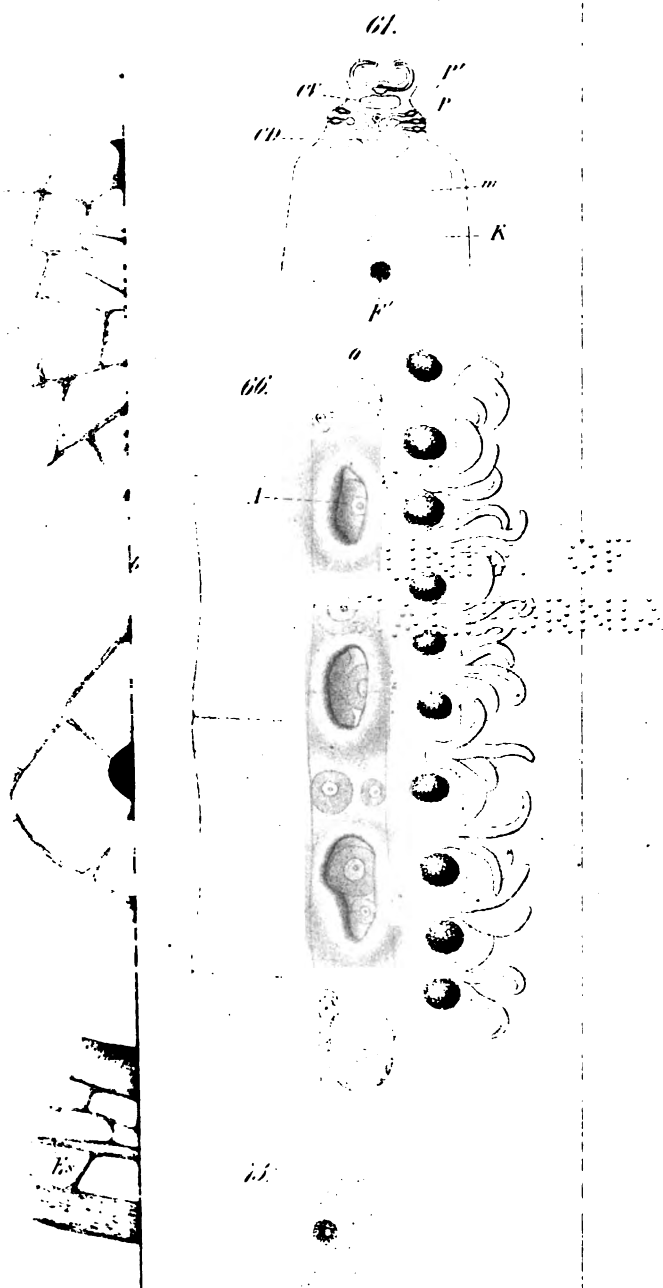


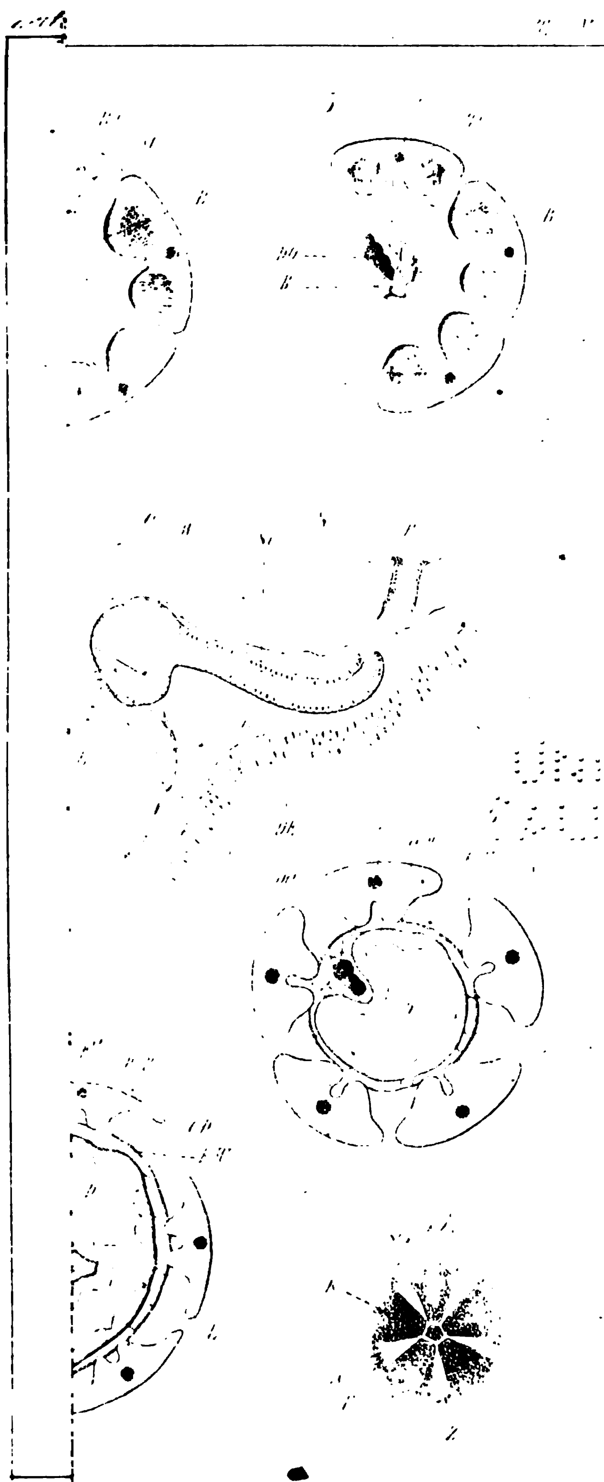


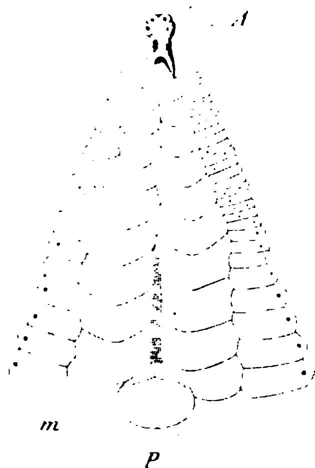
55.

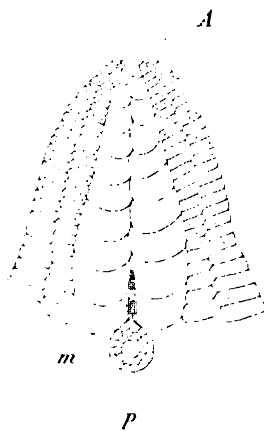


56.


64.
p''
cr
p
cp
m
K
F'
o
66.
A
65.




Fig. 1.
A
m
p


Fig. 2
A
m
p

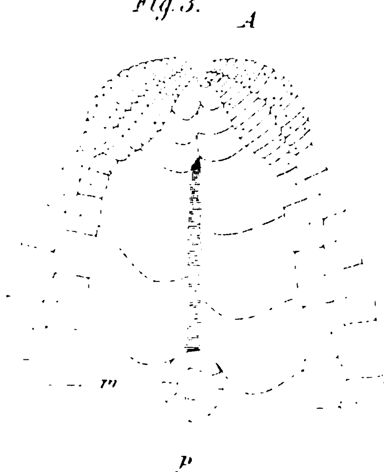
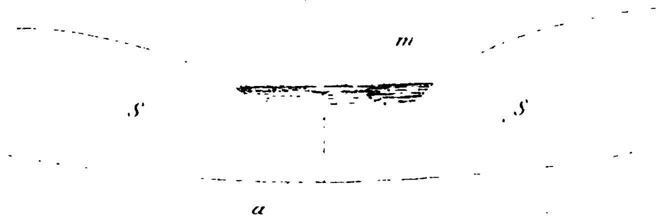
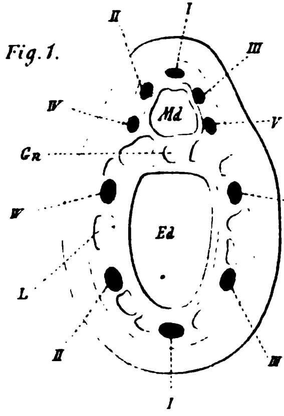
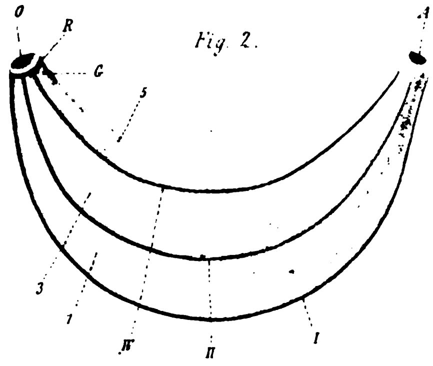
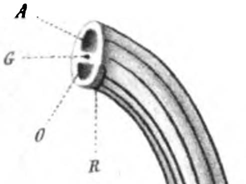

Fig. 3.
A
m
p

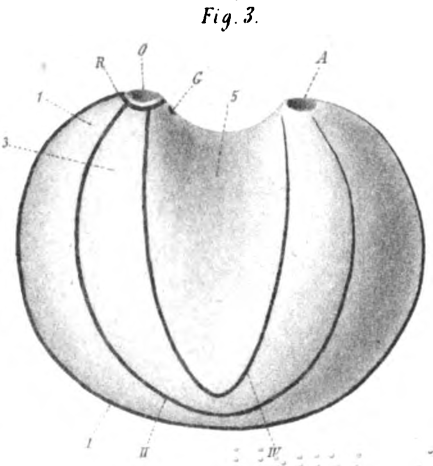

Fig. 4.
A
m
p

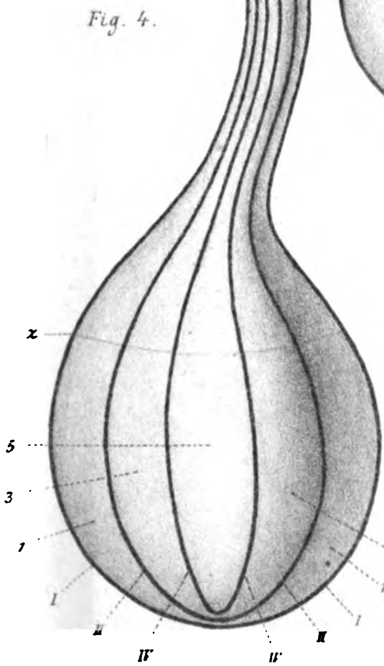

Fig. 5
m
s
s
a


Fig. 1.
I
II
III
IV
Md
V
Gn
Ed
L


Fig. 2.
O
R
G
A
5
3
1
IV
II
I




Fig. 3.
R
O
G
A
5
1
3
I
II
IV


A
G
O
R
Fig. 4.
z
5
3
1
I
II
IV

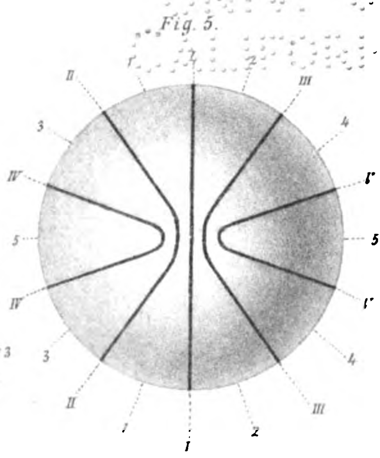

Fig. 5.
II
3
IV
5
III
4
V
2
1
I

Fig. 6.

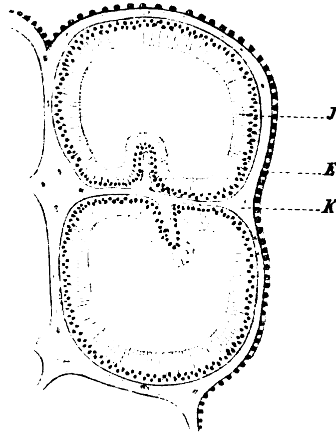


Fig. 7.

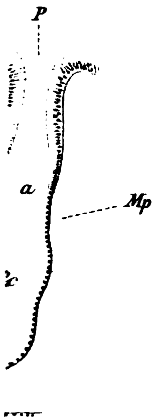


Fig. 12.

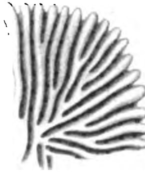


Fig. 13.

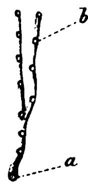


Fig. 14.

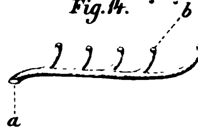
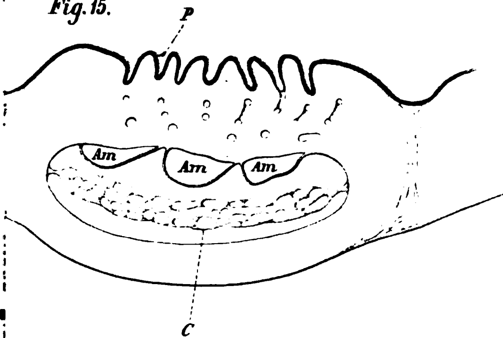


Fig. 15.



Lith. Anst. v. [illegible] Leipzig

Fig. 20.

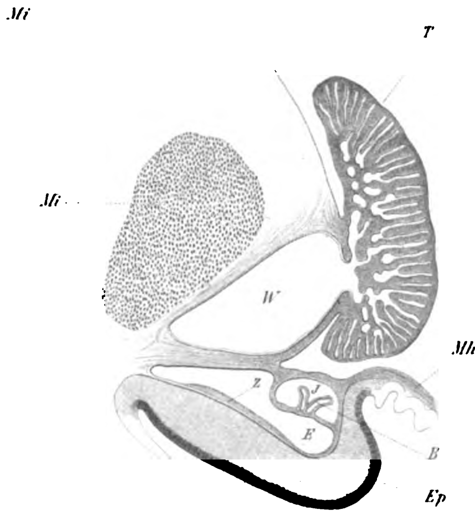
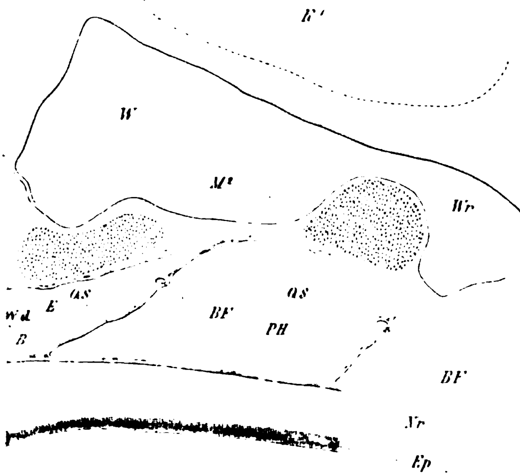


Fig. 21.



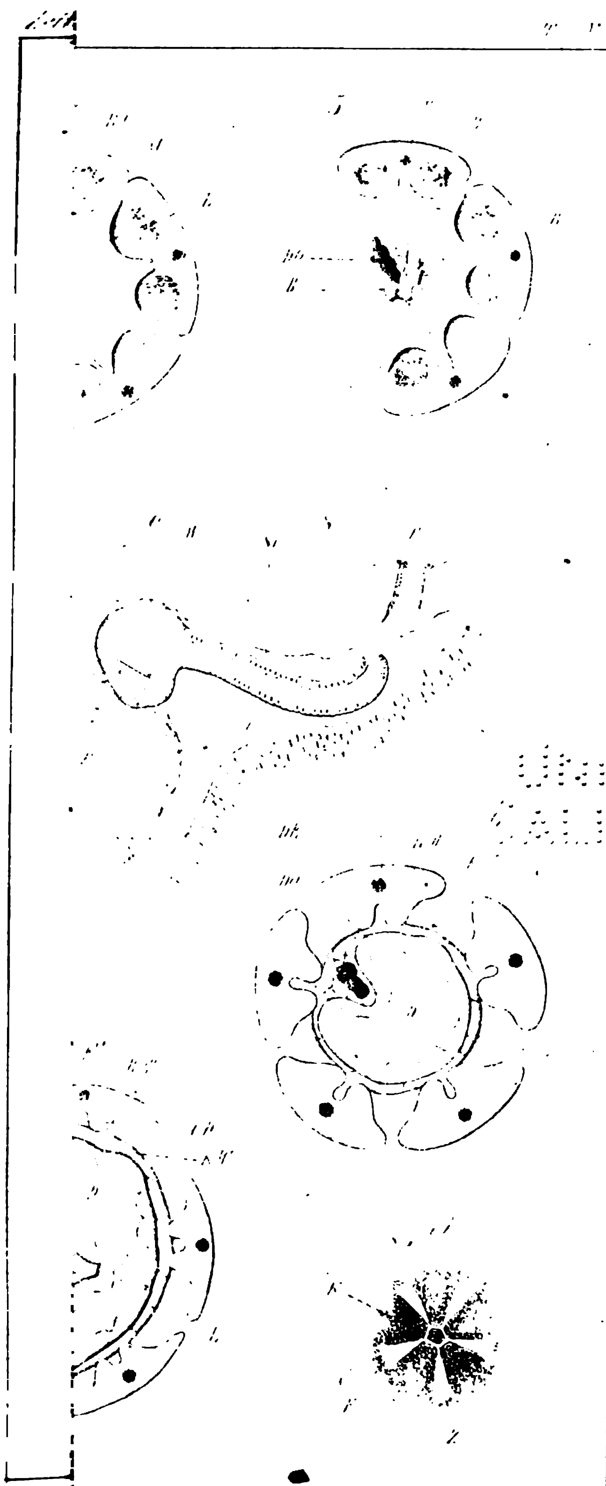


Fig. 1.



Fig. 2.

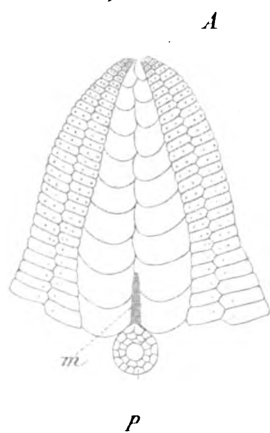


Fig. 3.

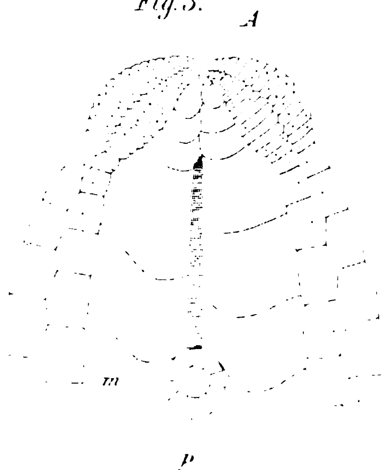


Fig. 4.



Fig. 5.

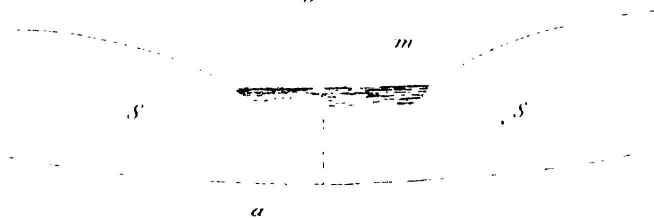


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

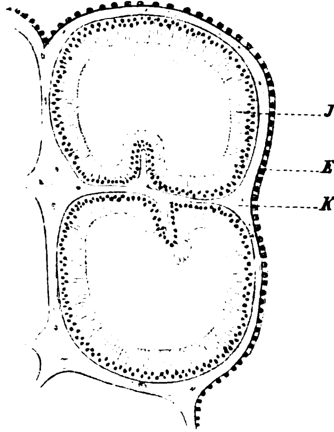


Fig. 7.

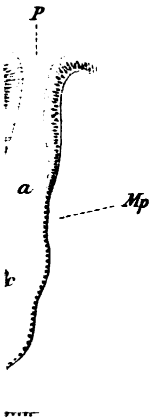


Fig. 12.

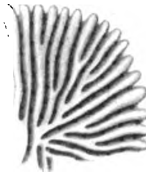


Fig. 13.

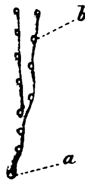


Fig. 14.

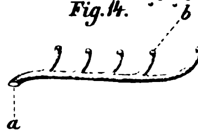
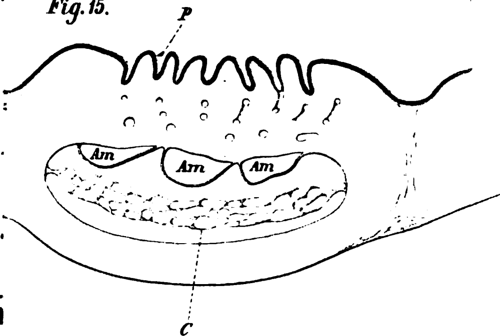


Fig. 15.



Lith Anst.v. J.G.Bach, Leipzig.

Fig. 20.

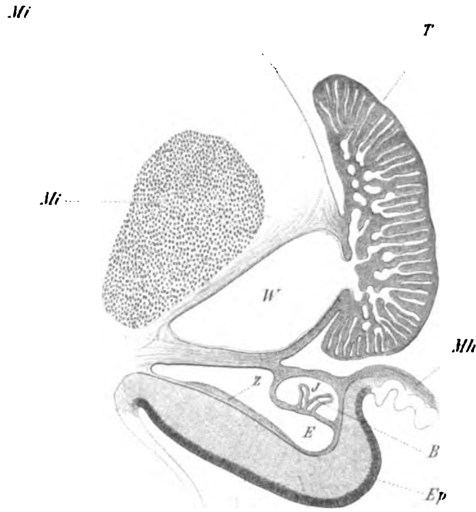


Fig. 21.

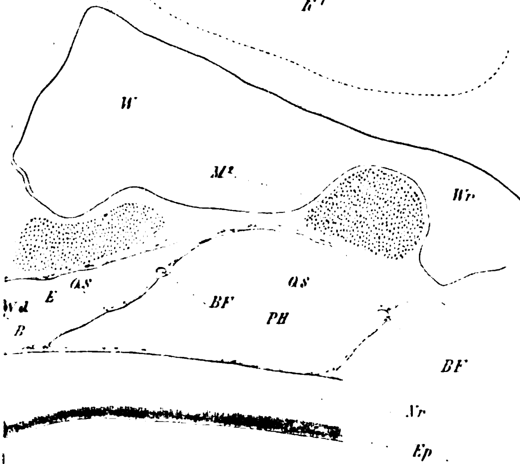


Fig. 24.

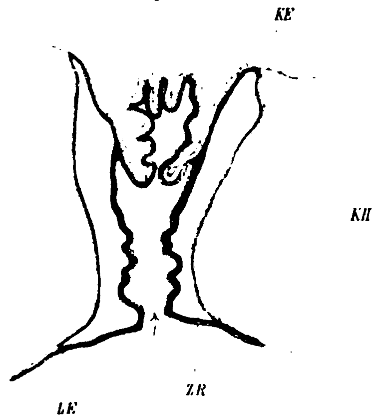


Fig. 29.

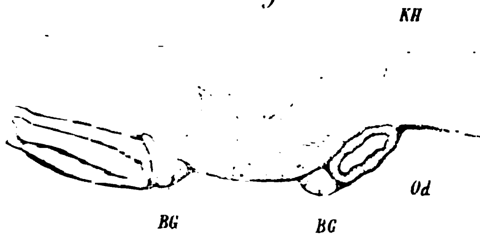


Fig. 30.

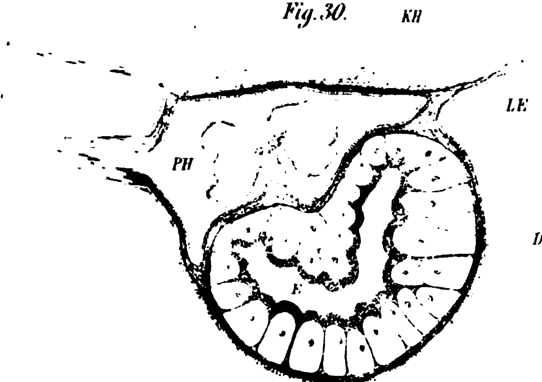


Fig. 33.

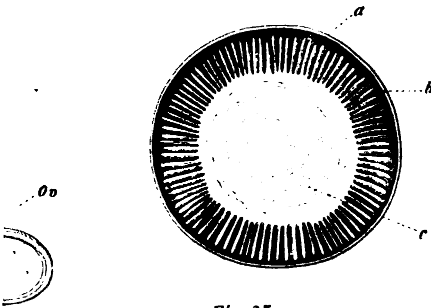


Fig. 35.

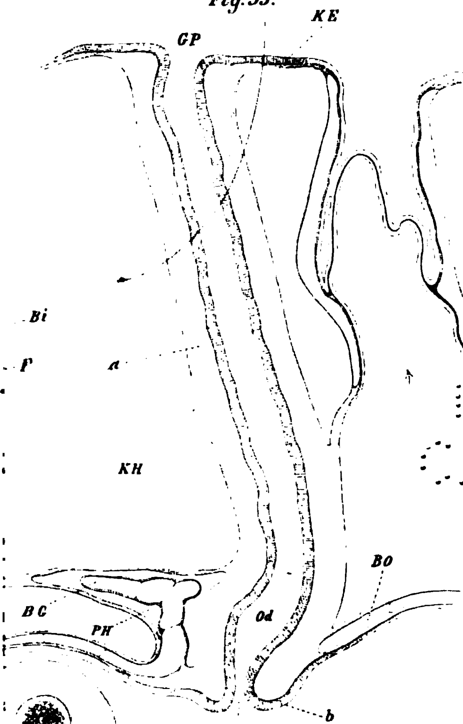
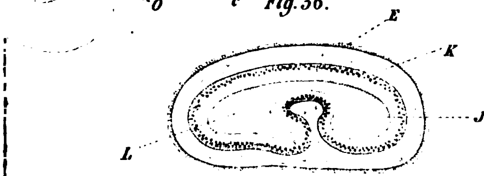


Fig. 36.



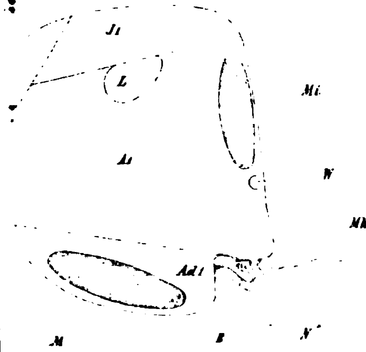


Fig. 5.
J1
L
Mi
A1
W
Mh
Ad1
M
N

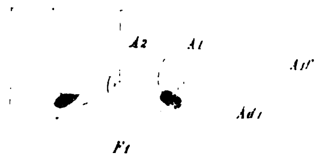


Fig. 9.
A2
A1
A1'
Ad1
F1

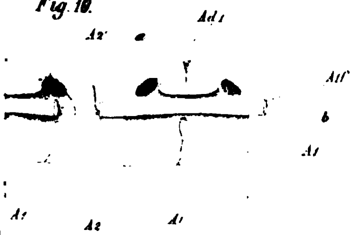


Fig. 10.
Ad1
A2
A1'
b
A1
A2



Fig. 11.
L

Fig. 9.

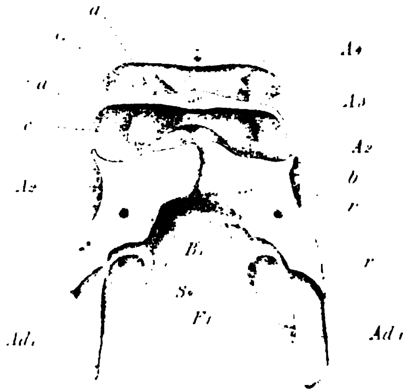


Fig. 10.

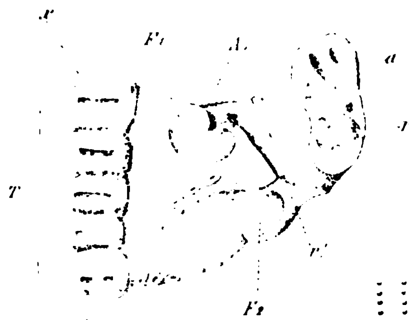


Fig. 11.



Fig. 15.

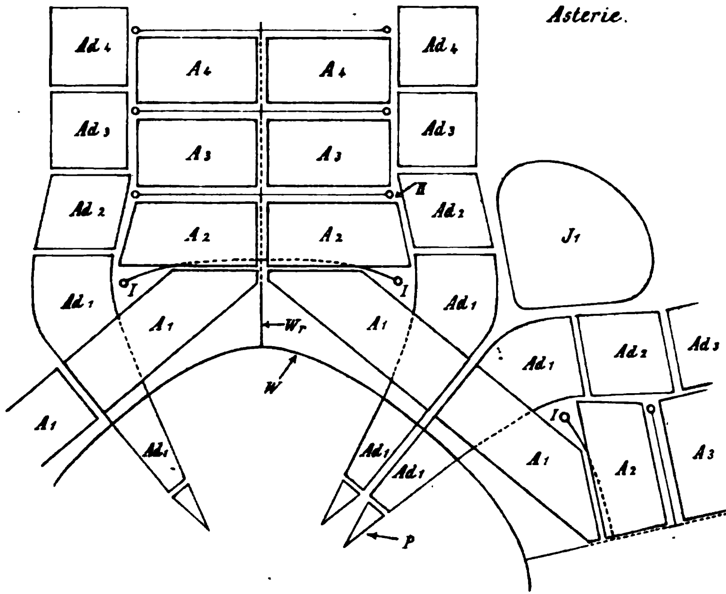

Asterie.
Ad 4
A 4
A 4
Ad 4
Ad 3
A 3
A 3
Ad 3
Ad 2
A 2
A 2
II
Ad 2
J 1
I
I
Ad 1
A 1
Wr
A 1
Ad 1
W
Ad 1
Ad 2
Ad 3
A 1
I
A 1
Ad 1
Ad 1
Ad 1
A 2
A 3
P

Fig. 16.

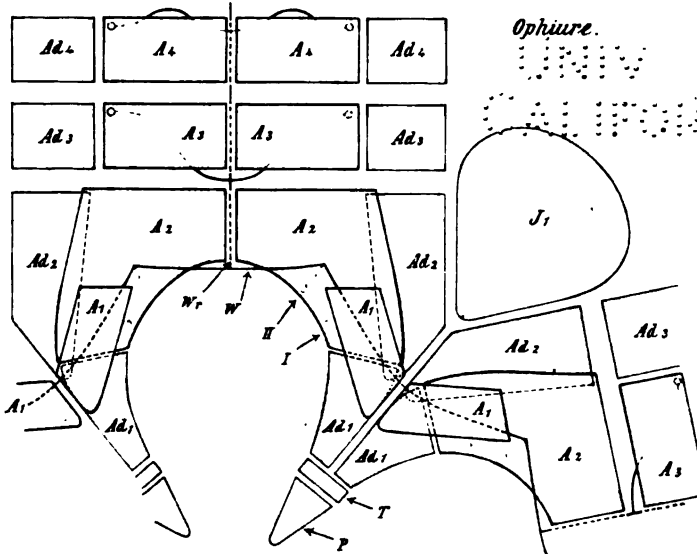

Ophiure.
Ad 4
A 4
A 4
Ad 4
Ad 3
A 3
A 3
Ad 3
A 2
A 2
J 1
Ad 2
Ad 2
A 1
Wr
W
A 1
II
I
Ad 2
Ad 3
A 1
Ad 1
A 1
Ad 1
Ad 1
A 2
A 3
T
P

Fig 19



Fig 24.

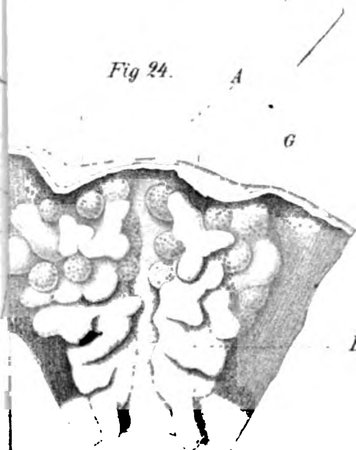


Fig. 25.

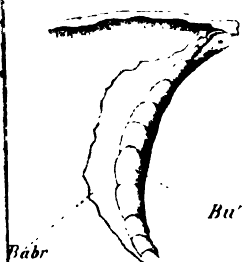


Fig. 24.

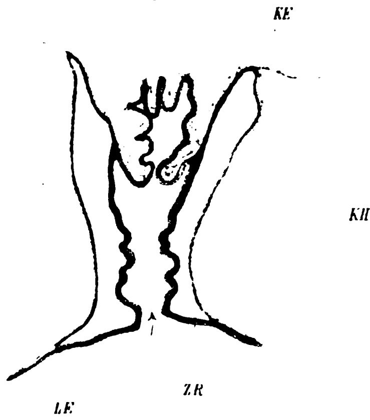


Fig. 29.

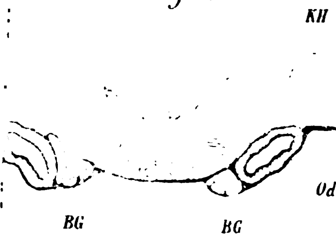


Fig. 30.

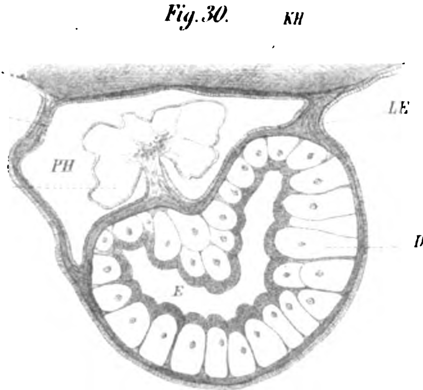


Fig. 33.

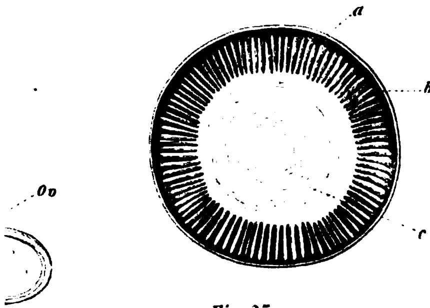


Fig. 35.

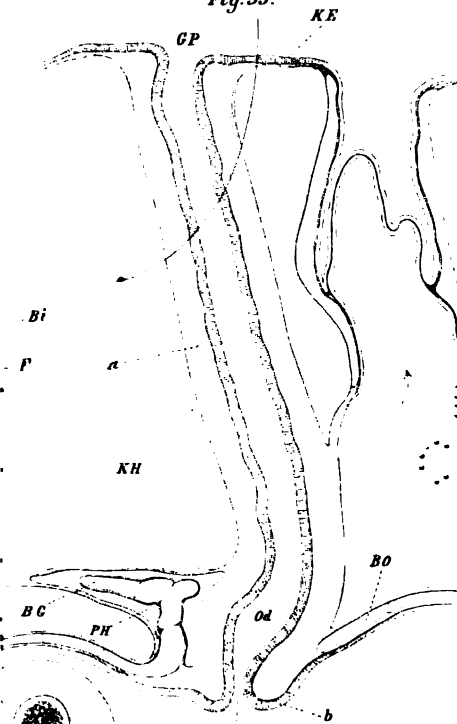
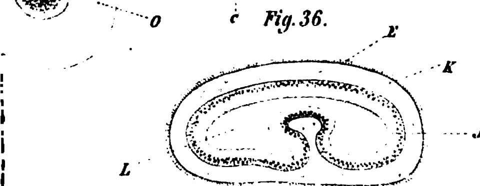


Fig. 36.



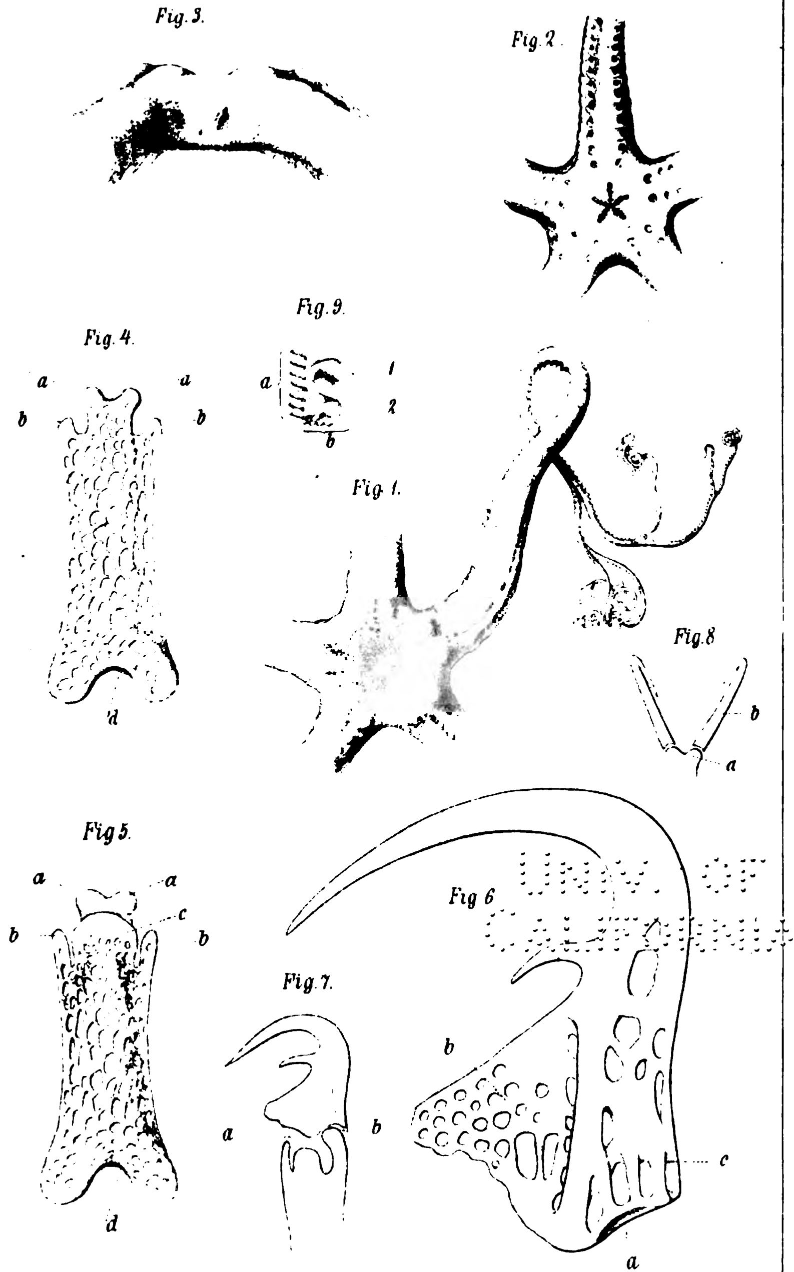
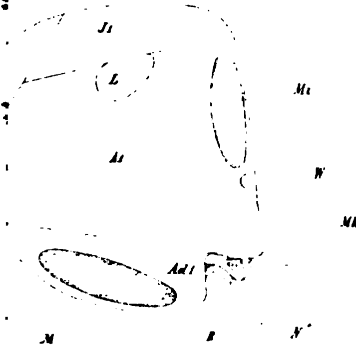
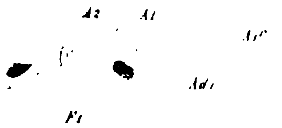
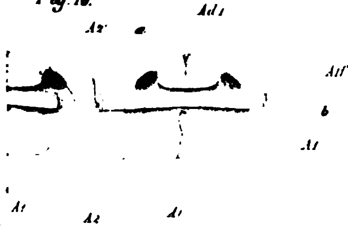


Fig 1–2 Peters, 3–9 Ludwig del. Lith Anst v. J. G. Bach, Leipzig


Fig 5.
J1
L
M1
A1
W
Mh
Ad1
M
N


Fig. 9.
A2
A1
Ad1
F1


Fig. 10.
Ad1
A2
b
A1
A2

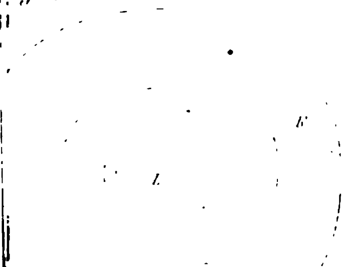

Fig 11.
L

Fig. 9

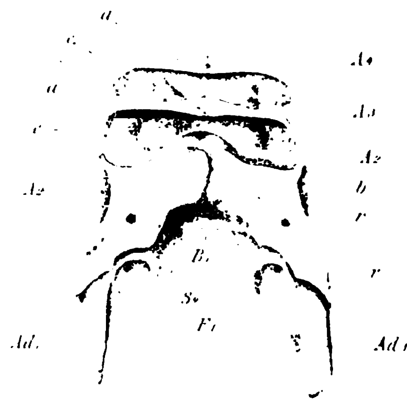


Fig. 10.

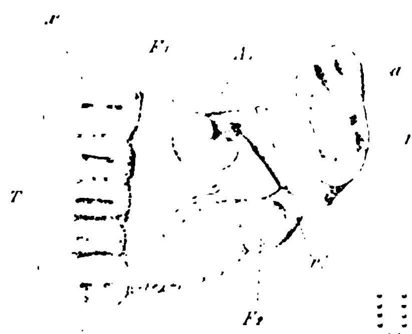
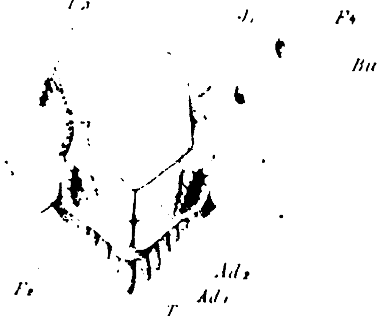
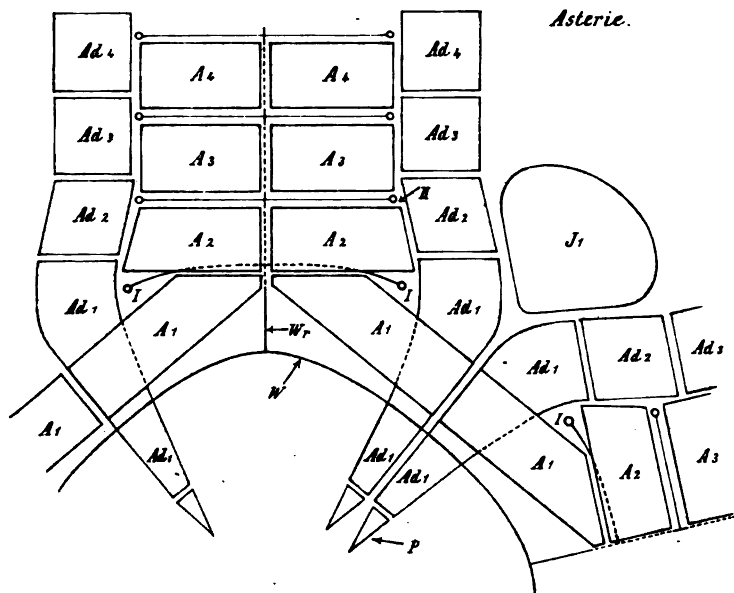
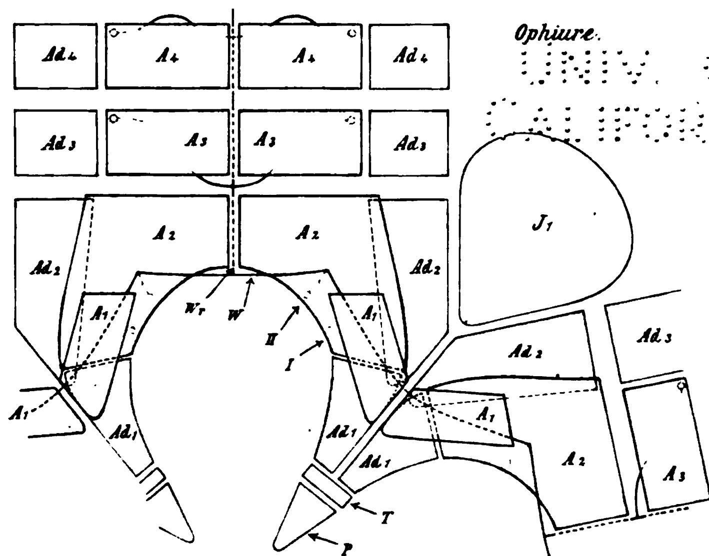


Fig. 11.




Fig. 15.
Asterie.
Ad 4
A 4
A 4
Ad 4
Ad 3
A 3
A 3
Ad 3
Ad 2
A 2
A 2
Ad 2
J 1
Ad 1
A 1
Wr
A 1
Ad 1
W
A 1
Ad 1
Ad 2
Ad 3
I
A 1
A 2
A 3
Ad 1
Ad 1
P


Fig. 16.
Ophiure.
Ad 4
A 4
A 4
Ad 4
Ad 3
A 3
A 3
Ad 3
A 2
A 2
J 1
Ad 2
Ad 2
A 1
Wr
W
II
I
A 1
Ad 2
Ad 3
A 1
Ad 1
A 1
Ad 1
Ad 1
A 2
A 3
T
P

ig. 19.



Fig. 24.

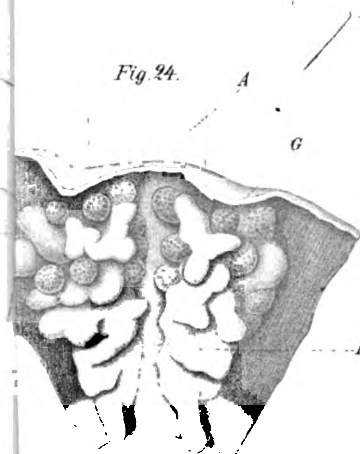
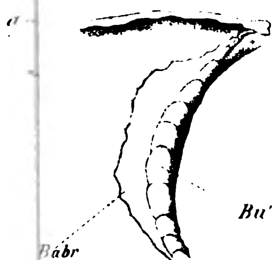
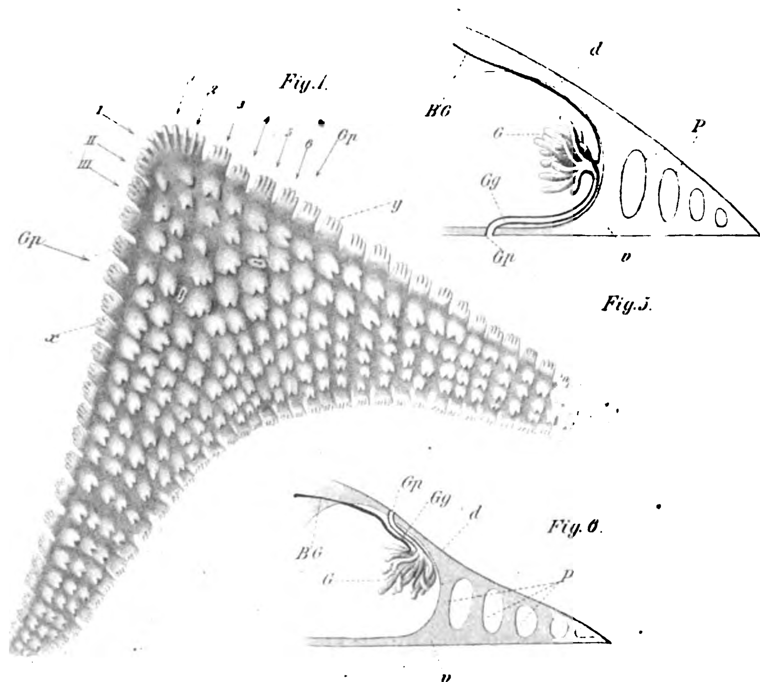
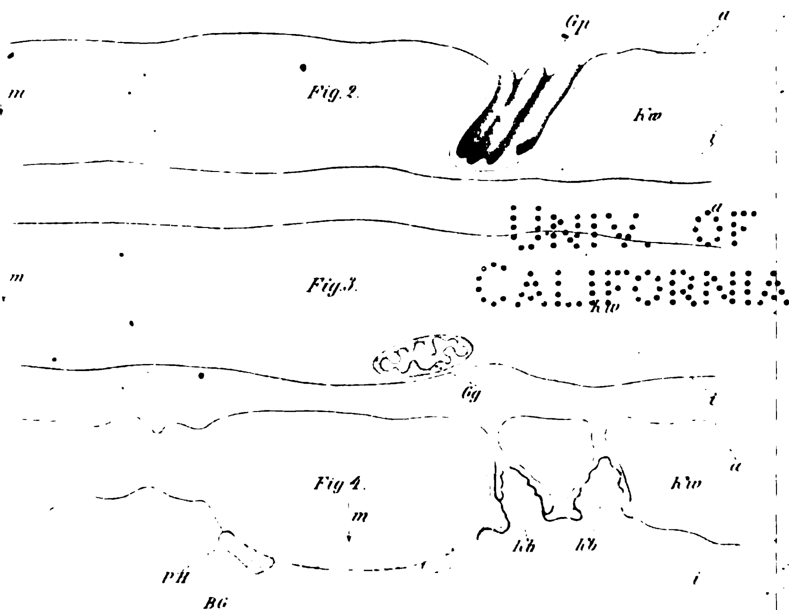


Fig. 25.




Fig. 1.
Gp
y
x
BG
G
Gg
Gp
d
P
v
Fig. 5.
Gp
Gg
d
Fig. 6.
BG
G
P
v


Gp
a
m
Fig. 2.
hw
i
m
Fig. 3.
hw
Gg
i
Fig. 4.
a
hw
m
hh
hh
BG
i

MORPHOLOGISCHE STUDIEN

AN

ECHINODERMEN

VON

DR. PHIL. HUBERT LUDWIG,

DIRECTOR DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN SAMMLUNGEN IN BREMEN.

ZWEITER BAND.

1. HEFT.

MIT SIEBEN TAFELN UND ZWEI HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1880.

(Abdruck aus „Zeitschrift f. w. Zoologie“. XXXII. u. XXXIV. Band.)

INHALTSVERZEICHNISS.





Das Mundskelet der Asterien und Ophiuren;

kritische und ergänzende Bemerkungen über dasselbe.

Mit einem Holzschnitt.

Die nachträglichen Bemerkungen, welche C. VIGUIER seiner, in dem mir soeben zugegangenen letzten Hefte des LACAZE-DUTHIERS'schen Archivs zum Abschlusse gelangten Arbeit über das Skelet der Asterien[1]) hinzugefügt hat, nöthigen mich zu einigen Worten der Abwehr. Die Bemerkungen VIGUIER's sind gegen die Anschauungen gerichtet, welche ich meinerseits in einer meiner letzten Publicationen (Beiträge zur Anatomie der Ophiuren), über die morphologische Deutung des peristomalen Skeletes der Asterien und Ophiuren geäussert habe[2]). So wenig ich nun auch in der ausgedehnten Arbeit VIGUIER's Thatsachen finden kann, die mich in meiner Auffassung des Mundskeletes schwankend zu machen vermöchten, so sehr wäre mir dennoch eine eingehende Discussion dieses Gegenstandes erwünscht. Nur muss ich gegen die Art und Weise, in welcher VIGUIER die wissenschaftliche Fehde beginnt, Protest erheben. Der Angegriffene kann zum Mindesten verlangen, dass der Angreifer sich die Mühe giebt, von dem, was er angreift, Kenntniss zu nehmen. Ohne Unbescheidenheit darf ich fordern, dass VIGUIER, wenn er meine Auffassung des Mundskeletes der Asterien und Ophiuren bekämpfen will, dasjenige lese, was ich darüber veröffentlicht habe. Da er das, wie aus dem Folgenden ersichtlich werden wird, gar nicht oder doch nur höchst oberflächlich gethan, so könnte ich mir gestatten, seine Angriffe mit Schweigen zu beantworten. Wenn ich dennoch darauf eingehe und meine Auffassung zu vertheidigen suche, so geschieht es, weil ich im Interesse der Sache eine nochmalige Erörterung der Fragen, um die es sich hier handelt, für nicht überflüssig erachte.

VIGUIER citirt von meinen Arbeiten nur diejenige über Ophiurenanatomie, obgleich ich schon in zwei früheren Arbeiten das peristomale

1) C. VIGUIER, Anatomie comparée du squelette des Stellérides. Archives de Zoologie expér. et gén. T. VII. Année 1878 (erschien 1879). p. 33—250. Taf. V—XVI. p. 244.

2) Morphol. Studien an Echinodermen. Bd. I. p. 254 sqq. (Zeitschr. f. wissen- ...logie. Bd. XXXI.)

Skelet der Asterien besprochen habe. Jene beiden früheren Angaben[1]) sind für das Verständniss der in den Beiträgen zur Anatomie der Ophiuren gegebenen schematischen Figur auf Taf. XXV ebenso nothwendig wie der Text der letztgenannten Abhandlung. Obschon in den Beiträgen zur Anatomie der Ophiuren auf die letzte der beiden früheren Arbeiten und in dieser wieder auf die vorhergehende verwiesen ist, muss ich dennoch annehmen, dass mein Gegner ebenso wie er jene früheren Angaben ignorirt, so auch von dem Inhalte der unmittelbar von ihm angefochtenen Schrift nur eine sehr oberflächliche Kenntniss genommen hat. Anderenfalls ist mir unbegreiflich, wie derselbe zu der Behauptung kommt, dass ich das von ihm »von vierunddreissig Species« und noch dazu in verschiedenen Ansichten abgebildete und als Odontophor bezeichnete Skeletstück gar nicht kenne. Hätte Viguier sich nicht, wie es für mich den Anschein hat, begnügt meine beiden schematischen Zeichnungen auf Taf. XXV anzusehen, sondern auch den dazu gehörigen Text sowie die in demselben citirte frühere von mir gemachte Mittheilung gelesen, so hätte ihm kein Zweifel darüber entstehen können, dass mir sein »Odontophor« ebenso wenig unbekannt geblieben war, wie er es vielen anderen Forschern vorher gewesen ist. Nicht nur Meckel, Joh. Müller, Sars, Agassiz kannten das, übrigens wahrhaftig nicht schwer zu sehende Skeletstück, auf welches Viguier so grossen Werth legt — Viguier führt auch selbst diese Forscher an —, sondern auch delle Chiaje hat demselben Beachtung geschenkt. In der mir endlich zugängig gewordenen Descrizione e notomia etc., Napoli 1841, bildet delle Chiaje auf Tav. 171, Fig. 20 die Skelettheile der Mundumgebung von Astropecten aurantiacus ab; mit *d* ist das Stück, welches Viguier Odontophor nennt, bezeichnet. Dasselbe Stück ist in Fig. 25 derselben Tafel (von delle Chiaje's Asterias Imperati = Luidia ciliaris Phil.) mit *c* bezeichnet. Um sich zu überzeugen, dass ich seinen »Odontophor« keineswegs, wie er mir zum Vorwurfe macht, übersehen habe, hätte Viguier sich nur den Holzschnitt anzusehen brauchen, welchen ich in meiner kleinen Arbeit zur Kenntniss der Gattung Brisinga gegeben habe[2]). In demselben ist der »Odontophor« mit J_1 bezeichnet und in dem zugehörigen Texte ist seine Lagerung an zwei Stellen besprochen[3]). Ebendort[4]) habe ich das von mir mit J_1 (= erstes intermediäres Interambulacralstück) bezeichnete Skeletstück ausdrücklich mit dem von Sars bei Brisinga und Solaster »wedge plate« genannten (in den Abbildungen mit *w* bezeichneten) Stücke identificirt; dasselbe Stück nennt Viguier Odontophor.

1) Zur Kenntniss der Gattung Brisinga; Morphol. Studien an Echinodermen. p. 228 bis 231. — Beiträge zur Anatomie der Asterien, ebendort p. 161.

2) l. c. p. 231. 3) l. c. p. 230, 231. 4) p. 232.

Allerdings habe ich, und das hat vielleicht die Veranlassung zu dem mir von VIGUIER gemachten Vorwurfe gegeben, in der schematischen Figur der Beiträge zur Anatomie der Ophiuren (Taf. XXV, Fig. 15) die Platte J_1, welche ich als erste intermediäre Platte auffasse, nicht über die ersten Adambulacralstücke, sondern nach aussen von ihnen eingezeichnet. Es geschah dies um die von mir angenommene Homologie derselben mit dem Mundschilde der Ophiuren anzudeuten. Ich glaubte mich dazu berechtigt, einmal weil ich das genauere Lagerungsverhältniss (über den ersten Adambulacralplatten) dieses Skeletstückes früher selbst geschildert hatte und mich deshalb vor einem Missverständniss, wie es VIGUIER mir angedeihen lässt, gesichert hielt, dann aber auch, weil diese Platte bei jungen Seesternen in Wirklichkeit nach aussen von den ersten Adambulacralstücken liegt und sich erst später dorsalwärts über dieselben hinüberschiebt. Das Verhalten der Platte J_1 bei jungen Seesternen beweist, dass das Bedenken, welches JOH. MÜLLER[1]) gegen ihre Zurechnung zu den intermediären Platten hatte, nicht gerechtfertigt ist. In dem gleichen Sinne spricht das Verhalten derselben Platte bei Brisinga, woselbst sich zwei andere unzweifelhafte intermediäre Platten unmittelbar an sie anschliessen.

Wie sehr die Ansicht VIGUIER's über die Deutung der peristomalen Skeletstücke der Asterien von der meinigen differirt, geht am besten aus einer übersichtlichen Zusammenstellung unserer Auffassungen der einzelnen Skeletstücke hervor. Da meine Angaben die älteren sind, so erlaube ich mir dieselben denjenigen VIGUIER's voranzusetzen:

Ludwig	Viguier		
Zweites Ambulacralstück =	{Erstes Ambulacralstück und Zweites Ambulacralstück}	= »le support de la dent«	
Erstes Ambulacralstück =	Erstes Adambulacralstück	= Fortsatz des Zahns	} = »la dent«
Erstes Adambulacralstück =	Zweites Adambulacralstück	= Körper des Zahns	
Erstes intermediäres Stück =	»l'odontophore«		

1) JOH. MÜLLER, Ueber den Bau der Echinodermen 1854, p. 80: »Zwischen je zwei Ambulacra bemerkt man auf der Innenseite eine unpaare, von MECKEL erwähnte Platte, Taf. VII, Fig. 1 *f*, welche zu den intermediären Interambulacralplatten nicht gezählt werden kann; sie ist daher kaum vergleichbar den interambulacralen Schildern am ventralen Perisom der Ophiuren«. Taf. VII, Fig. 1 bezieht sich auf Astropecten Hemprichii M. u. Tr. Auch auf Taf. II, Fig. 11 ist diese unpaare Platte (»Odontophor«) von J. MÜLLER abgebildet, von Astrogonium cuspidatum M. u. Tr., und in der Tafelerklärung wird sie erwähnt mit den Worten: »*e*, unpaare Platte innerlich zwischen den Ambulacra«.

Zur Erläuterung dieser Zusammenstellung ist zunächst hervorzuheben, dass die Tendenz unserer differenten Ansichten die gleiche ist: die Theile des Mundskeletes auf bestimmte Theile des Armskeletes zurückzuführen. Der wesentliche Unterschied zwischen unseren Auffassungen besteht darin, dass Viguier vier Paare von Skeletstücken eines jeden Armes, zwei ambulacrale und zwei adambulacrale, in dem Mundskelet wiederzufinden glaubt, während ich der Meinung bin, dass nur drei Skeletstücke, zwei ambulacrale und ein adambulacrales, in den Aufbau des Mundskelets eingehen. Viguier's Begründung ist die folgende: Wie in der ganzen Länge der Arme eine jede Oeffnung für den Durchtritt einer Füsschenampulle begrenzt sei von vier Skeletstücken, zwei ambulacralen und zwei adambulacralen, so müsse es sich auch am Munde verhalten; auch in der Umrandung der Oeffnung, durch welche die erste Füsschenampulle in das Körperinnere eintrete, müsse man jene vier Skeletstücke annehmen. Meine Gegengründe sind: Die Voraussetzung Viguier's trifft nicht zu; die den Füsschen entsprechenden Oeffnungen sind in der Regel nur von drei Stücken umrandet, nämlich von zwei aufeinanderfolgenden ambulacralen Stücken, welche die Oeffnung an ihrem medianen, adoralen und aboralen Rande begrenzen, und einem adambulacralen Stücke, welches die Oeffnung lateralwärts abschliesst. Wie das Verhalten junger Seesterne auf das deutlichste zeigt und auch bei den erwachsenen Thieren unschwer zu erkennen ist, liegen die Adambulacralstücke normalerweise alternirend mit den Ambulacralstücken. Das Adambulacrale *1* stützt sich auf das Ambulacrale *I* und reicht, die erste Füsschenöffnung lateralwärts abschliessend, bis an das Ambulacrale *II*; ähnlich verhält sich Adambulacrale *2*, *3* u. s. w. Die Trennungslinie zweier aufeinander folgenden Adambulacralstücke fällt also, wenn man das Verhalten abgesehen von unwesentlichen Modificationen schematisch andeuten will, nicht zwischen die Ambulacralstücke, sondern auf dieselben. Wäre Viguier's Ansicht richtig, dann müssten schon bei den jungen Asterien die Adambulacralstücke anders gelagert sein als sie es wirklich sind, ihre Trennungslinien müssten zwischen je zwei Ambulacralstücke fallen, so dass dann an dem lateralen Abschluss einer jeden Füsschenöffnung sich zwei aufeinanderfolgende Adambulacralstücke betheiligten. Aber auch noch aus einem anderen Grunde muss ich darauf bestehen, dass jeder Armhälfte entsprechend nicht vier, sondern nur drei Skeletstücke in das Mundskelet eintreten. Es lassen sich nämlich anatomisch wie entwicklungsgeschichtlich nur drei Stücke nachweisen. Viguier's Annahme kann weder in dem anatomischen noch in dem entwicklungsgeschichtlichen Verhalten eine Stütze finden. Wenn er behauptet, dass, was ich als zweites Ambulacralstück bezeichne, sei eine Verschmelzung

aus zwei ursprünglich differenten Stücken, seinem ersten und zweiten Ambulacrale, so ist das eben nur eine Annahme, der es aber an jeder Spur eines Beweises fehlt.

Sehen wir nun wie es sich im Einzelnen mit der Auslegung der drei Skeletstücke, um die es sich hier handelt, bei VIGUIER verhält. Dass VIGUIER mit Unrecht das eine dieser drei Stücke, welches ich als zweites Ambulacralstück auffasse, als eine Verschmelzung von zwei aufeinanderfolgenden Stücken (dem ersten und zweiten Ambulacrale) betrachtet, habe ich vorhin schon erwähnt. Wäre seine Ansicht richtig, so müsste man erwarten, dass sich die Verwachsungslinie der beiden Stücke nachweisen lasse. Da dies nicht der Fall ist, so würde man sich nur noch helfen können mit der weiteren Annahme, dass hier eine so vollständige Vereinigung zweier Stücke stattgefunden habe, dass die Verwachsungslinie gänzlich geschwunden ist. Dann aber müsste sich wenigstens zeigen lassen, dass die beiden Stücke, die im ausgebildeten Thiere so vollkommen zu einem einzigen vereinigt sein sollen, gesondert entstanden sind. Dieser Nachweis ist aber einerseits von VIGUIER keineswegs erbracht und auf der anderen Seite spricht das, was wir bis jetzt über die Verhältnisse der betreffenden Skelettheile bei jungen Asterien wissen, direct dagegen.

Die beiden anderen Stücke, welche das Armskelet zum Aufbau der Mundumrandung liefert und von mir als erstes Ambulacrale und erstes Adambulacrale betrachtet werden, bilden zusammen das, was VIGUIER den »Zahn« nennt. Er beschreibt an demselben zwei Bestandtheile: 1) Den Körper des »Zahns«, 2) den Fortsatz des »Zahns«. Den Fortsatz des »Zahns«, der nach meiner Ansicht das umgewandelte erste Ambulacralstück ist, betrachtet er als das umgebildete erste Adambulacralstück und den Körper des »Zahns«, nach meiner Meinung das erste Adambulacralstück, als das umgebildete zweite Adambulacralstück. Darüber, dass wir es hier mit zwei gesonderten Skeletstücken zu thun haben, sind wir Beide einig — sie lassen sich ja auch mit Leichtigkeit als solche nachweisen. Unsere Ausdeutung derselben aber ist eine verschiedene. Während VIGUIER Fortsatz und Körper des »Zahns« morphologisch in eine und dieselbe Gruppe von Skeletstücken, in diejenige der Adambulacralstücke, stellt, bin ich der entgegengesetzten Meinung, dass der Fortsatz des »Zahns« mit dem Körper des »Zahns« morphologisch nicht in dieselbe Reihe von Skeletstücken zusammen gehört, sondern den ambulacralen Stücken zugerechnet werden muss. Meine Gründe sind folgende:

1) Die Muskelverbindung zwischen den beiden »Zahnfortsätzen« desselben Radius ist in Beziehung auf Wassergefäss, Blutgefäss und Nerv ebenso angeordnet, wie die unteren Quermuskel der Ambulacralrinne,

welche je zwei Ambulacralstücke desselben Paares miteinander verbinden. Dass Viguier diesen Muskel, seinen »Muscle abducteur des dents«, für eine ganz besondere Einrichtung des Peristoms, welche sich auf keine Verhältnisse des Armes zurückführen lasse, ansieht, ist nur eine Consequenz seiner Annahme, dass der »Zahnfortsatz« zu den Adambulacralstücken gehöre; Adambulacralstücke, die sich durch einen derartigen die Medianebene des Armes kreuzenden Quermuskel mit einander verbinden, giebt es allerdings nirgendwo am Arme. Fasst man aber die »Zahnfortsätze« als die auseinandergewichenen und umgeformten ersten Ambulacralstücke auf, so erklärt sich Viguier's »Muscle abducteur des dents« zwanglos als erster unterer Quermuskel der Ambulacralrinne.

2) Bei jungen Seesternen sind die ersten Ambulacralstücke noch nicht auseinandergewichen, sondern articuliren wie alle übrigen Paare der Ambulacralstücke in der Medianebene des Armes miteinander. Das erste Füsschen liegt zwischen dem ersten und zweiten Ambulacralstücke[1]. Wenn nun auch später die gelenkige Verbindung der beiden ersten Ambulacralstücke aufgegeben wird und von der ganzen Gelenkvorrichtung nur der vorhin besprochene untere Quermuskel erhalten bleibt, so ist doch kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass die Lagebeziehung des ersten Ambulacralstückes zum ersten Füsschen eine wesentliche Aenderung erleide. Viguier darf eine solche Annahme um so weniger machen als er ebenso wie ich als Basis der ganzen Erörterung das in Bezug auf die benachbarten Skelettheile constante Verhalten der Füsschen betrachtet. Wir sind also, solange nicht ganz directe Gründe dagegen sprechen, berechtigt, das Skeletstück, welches bei dem erwachsenen Seesterne das erste Füsschen adoralwärts begrenzt, mit demjenigen zu identificiren, welches bei dem jungen Thiere dieselbe Lage einnimmt, und folglich als erstes Ambulacralstück aufzufassen.

Bei jungen Seesternen sind ferner die ersten Ambulacralstücke zweier aneinanderstossenden Radien durch einen interradiären Muskel mit einander verbunden[2]. An derselben Stelle besitzen die erwachsenen Thiere einen Muskel, der sich zwischen den »Zahnfortsätzen« ausspannt und von Viguier als »Muscle adducteur des dents« bezeichnet wird. Will man hier nicht in willkürlichster Weise eine im Vergleiche zum jungen Thiere völlige Umordnung der Muskel und der durch sie verbundenen Skeletstücke annehmen, so folgt aus den mitgetheilten Thatsachen unabwe-

1) Man vergleiche die linke Hälfte des Holzschnittes auf p. 231 ... Zur Kennt... der Gattung Brisinga, sowie die Abbildungen von: Lovén, Études sur les ... Échinoidé... Stockholm 1874. Pl. LIII, Fig. 256, 258 u. A. Agassiz, North American ... Starfish... Mem. of the Mus. of Comparative Zoology, Harv. Coll. Vol. V. Nr. 1. Pl. V... XIII, Fig...

1) Vergl. Zur Kenntniss d. Gattung Brisinga. p. 229.

lich, dass die Skeletstücke, an welche sich der »Muscle adducteur des dents« ansetzt, dieselben sind wie beim jungen Thiere, also die ersten Ambulacralstücke.

Bei Ctenodiscus constatirt Viguier ein aberrantes Verhalten[1]. Dort geht nach ihm nicht nur das erste und zweite, sondern auch das dritte Ambulacralstück in die Zusammensetzung des Mundskelets ein. Der »Zahn« ist nach seiner Angabe auch hier nur aus zwei Adambulacralstücken gebildet, so dass also, wie er selbst angiebt, das Mundskelet von Ctenodiscus sich aus je drei ambulacralen und zwei adambulacralen Stücken aufbaut. Betrachtet man die betreffende Abbildung Viguier's, so erkennt man leicht, dass die Differenz zwischen Ctenodiscus und den übrigen Asterien durchaus keine sehr wesentliche ist, sondern sich einfach dadurch erklärt, dass hier die dritten Ambulacralstücke und die zweiten Adambulacralstücke eine etwas innigere Verbindung mit den adoralwärts von ihnen gelegenen Stücken eingegangen haben. Wenn Viguier's Ansicht über die Zusammensetzung des Mundskelets der übrigen Asterien richtig wäre, dann müsste das Mundskelet von Ctenodiscus sich aus je drei Ambulacralstücken und je drei Adambulacralstücken aufbauen. Da Viguier nun selbst bei Ctenodiscus nur je zwei Adambulacralia im Mundskelet findet, so fühlt er selbst den Widerspruch mit seiner Auffassung und weiss sich nur damit zu helfen, dass er das Verhalten von Ctenodiscus als ein ganz aussergewöhnliches und merkwürdiges hinstellt, während sich dasselbe nach meiner Ansicht ganz zwanglos erklärt.

Am Arme der Asterien können wir die Skeletstücke, welche sich in der Umgebung des radiären Wassergefässes befinden, in hintereinander liegende Gruppen eintheilen, deren jede aus zwei Ambulacralstücken (= Wirbelhälften) und zwei Adambulacralstücken besteht. Jede solche Gruppe nennen wir ein »ambulacrales Skeletsegment«. Was nun die Betheiligung der ambulacralen Skeletsegmente am Aufbau des Mundskelets anbelangt, so ist für *die Asterien charakteristisch, dass das ganze erste Skeletsegment und von dem zweiten die Ambulacralstücke eine festere Vereinigung und Umformung erfahren und so zu Mundskelettheilen werden.* Bei Ctenodiscus erstreckt sich diese Veränderung ausnahmsweise auch noch auf die Adambulacralstücke des zweiten und die Ambulacralstücke des dritten Skeletsegmentes.

In vorstehender Erörterung glaube ich meine Auffassung des Mundskeletes der Asterien ausführlich genug begründet zu haben. Auch jetzt verzichte ich darauf eine Menge von Einzelheiten, deren Bedeutung für die Beschreibung der Species ich nicht im Entferntesten bestreiten will,

1) l. c. p. 79, 227. Pl. XV, Fig. 19.

die aber für das morphologische Verständniss nur ganz unwesentliche Modificationen des gleichen Grundplanes sind, ausführlich zu beschreiben und durch Abbildungen zu erläutern.

Schema des Mundskeletes der Asterien; von der Dorsalseite gesehen. *I, II, III, IV* etc. die Reihe der Ambulacralstücke; *1, 2, 3, 4* etc. die Reihe der Adambulacralstücke, welche mit Ausnahme der Stelle, an welcher sie von dem Stücke J_1 überlagert werden, schraffirt sind; *a, b, c, d* etc. die Reihe der Oeffnungen für die Füsschenampullen; J_1, das erste intermediäre Interambulacralstück; M_1, der erste untere Quermuskel der Ambulacralrinne; *Mi*, der interradiale Muskel. In der linken Hälfte der Figur ist J_1, in der rechten Hälfte *Mi* weggelassen.

Was die Muskulatur der Mundumrandung anbelangt, so stellt Viguier die Behauptungen auf, dieselbe sei eine ganz specielle Einrichtung, für welche es nichts Aehnliches am Arme gebe und sei bisher noch nicht beschrieben worden: »il existe pour la bouche une musculature spéciale sans analogue le long des bras et qui n'avait pas été décrite jusqu'ici«. Beiden Behauptungen muss ich widersprechen. Der »Muscle adducteur des dents« Viguier's ist allerdings ohne Homologon in den Armen. Der »Muscle abducteur des dents« aber ist nichts Anderes als der erste untere Quermuskel der Ambulacralrinne, welcher die beiden ersten Ambulacralstücke eines jeden Radius mit einander verbindet. Viguier's Ansicht, dass derselbe eine aparte Einrichtung des Peristoms sei, ist nur eine Consequenz seiner Auffassung der ersten Ambulacralstücke als Adambulacralstücke.

Das Einzige, was Viguier von Muskeln des Peristoms neu beschreibt, sind seine dorsoventralen Muskeln[1]), welche indessen, da sie ein m

1) Viguier, l. c. p. 75; Fig. *A*, p. 71; bei den Seesternen, welche zu seinem e adambulacraire (Paradigma: Pentaceros) gehören.

grossen Theile der Asterien fehlen, wohl nicht zu den typischen Theilen des Peristoms gerechnet werden können. Der »Muscle abducteur des dents« ist in meinen Beiträgen zur Anatomie der Asteriden besprochen und abgebildet[1]) und ebenso verhält es sich mit dem »Muscle adducteur des dents«[2]). Es sind das dieselben Muskel, welche von Teuscher irrthümlich als ein oraler Ringmuskel beschrieben worden waren[3]). Der »Muscle interdentaire« Viguier's ist gleichfalls schon früher von mir besprochen und abgebildet[4]).

Im Folgenden komme ich auf einen anderen Punkt, in welchem mein Gegner in derselben schnellfertigen Weise vorgegangen ist wie bezüglich des Mundskeletes der Asterien. Es betrifft das peristomale Skelet der Ophiuren, welches ich mich bemüht habe auf das Armskelet zurückzuführen. Ich habe ferner den Versuch gemacht zu zeigen, dass und wie sich Mund- und Armskelet der Ophiuren mit dem der Asterien vergleichen lasse[5]). Viguier sucht auch bei den Ophiuren nach einem Homologon des »Odontophors« der Asterien und glaubt dasselbe in den Peristomalplatten der Ophiuren zu finden. Da aber, soweit bis jezt bekannt, nur bei Astrophyton eine einzige Peristomalplatte vorkomme, bei Ophiocoma und Ophioderma deren aber drei (zwei grössere paarige und eine kleinere unpaarige) vorhanden seien, so könne man annehmen, dass der Odontophor normalerweise gebildet werde aus der Vereinigung dreier Stücke.

Viguier wundert sich zunächst darüber, dass ich in meiner schematischen Figur nur zwei Peristomalplatten angebe, während er doch bei Ophioderma und Ophiocoma immer drei gefunden habe. Damit beweist er wiederum, dass er zwar meine Tafel angesehen, den zugehörigen Text aber nicht gelesen hat. Daselbst[6]) habe ich, in Uebereinstimmung mit Joh. Müller angegeben, dass in der Regel und so auch bei der von mir vorzugsweise benutzten Ophiarachna in jeder Mundecke nur zwei peristomale Platten vorhanden sind und dass das mir durchaus nicht unbekannte Verhalten von Ophioderma, auf welches sich Viguier beruft, eine schon von Joh. Müller als solche bezeichnete Ausnahme ist[7]). Viguier

1) l. c. p. 161—162. Taf. VI, Fig. 16, 18, 21 M_1.

2) l. c. Taf. VI, Fig. 17, 18, 19, 20 *Mi*; vergl. ferner: Zur Kenntniss d. Gattung Brisinga, Figur p. 231.

3) R. Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. X. 1876. p. 493.

4) Zur Kenntniss der Gattung Brisinga. p. 231; Taf. XV, Fig. 5 *m*.

5) Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. p. 242—269.

6) l. c. p. 257.

7) Nach Joh. Müller kommt sogar bei Ophioderma ausser dem einen überzähligen (dritten) peristomalen Kalkplättchen noch ein viertes vor. Nach Viguier's

der Canal, welcher den erwähnten Theil des Wassergefässringes beherbergt, ungefähr auf der Höhe der Grenzlinie zwischen erstem und zweiten Mundfüsschen. Von hier an verhält sich das Wassergefäss wie bei den echten Ophiuren. Der Zweig aber, welcher das erste und zweite Füsschen versorgt, entspringt von dem in das Mundeckstück eingeschlossenen Theile des Wassergefässringes. Die genannte Differenz zwischen den echten Ophiuren einerseits und Astrophyton (vielleicht verhalten sich die übrigen Euryaliden ebenso) andererseits besteht also nur darin, dass bei letzterer Gattung nicht nur der Wassergefässast, der zum ersten Füsschen geht, sowie der von ihm entspringende und für das zweite Füsschen bestimmte Zweig von der Kalkmasse des Mundeckstückes umschlossen werden, sondern dass ein Gleiches auch mit einem Theile des Wassergefässringes stattfindet. Das ganze Verhalten zeigt, dass bei Astrophyton die Zusammendrängung und Umformung der Theile des Peristoms noch einen Schritt weiter geht als bei den echten Ophiuren.

Bei Trichaster palmiferus haben Müller und Troschel paarige Mundschilder beschrieben. Da man bei anderen Ophiuriden wohl Fälle kennt, in welchen sich an den aboralen Rand des Mundschildes noch ein kleineres Schild anschliesst, nirgends aber zwei nebeneinander gelegene Mundschilder aufzufinden vermochte, so musste es wünschenswerth erscheinen, jene Angabe von Müller und Troschel einer genaueren Prüfung zu unterziehen. Dies musste um so mehr der Fall sein als auch neuerdings trotz der beträchtlichen Zahl neuer Ophiuriden, welche die Challenger-Expedition erbeutet hat [1]), und der grossen Variabilität, welche dieselben in ihren einzelnen Skelettheilen aufweisen, doch keine einzige Form mit paarigen Mundschildern bekannt geworden ist. Es war mir deshalb sehr willkommen, dass ich durch die Freundlichkeit des Herrn Professor Grube in die Lage kam ein trockenes Exemplar von Trichaster palmiferus untersuchen zu können [2]). Dasselbe gab mir den gewünschten Aufschluss, indem ich daran feststellen konnte, dass der Terminus »Mundschilder« bei Trichaster palmiferus von Müller und Troschel irrthümlich in Anwendung gebracht worden ist. Bei den echten Ophiuren berühren sich die zweiten Adambulacralstücke in der Medianebene der Interradien und das Mundschild grenzt aboralwärts an dieselben. Bei Trichaster aber nähern sich auch die dritten Adambulacralstücke zweier benachbarter Arme bis zur gegenseitigen Berührung. Das Mundschild bleibt in diesem Falle nicht an dem aboralen Rande d[er] zweiten Adambulacralstücke liegen, sondern wird durch die sich zw[...]

1) Lyman, Ophiuridae and Astrophytidae of the »Challenger«-Expedition. B[...] Mus. Comp. Zool. Cambridge, Mass. Vol. V. Nr. 7. 1878.

2) Vorläufige Mittheilung darüber im »Zool. Anzeiger« Nr. 18. 1879. p. 18—[...]

schen dasselbe und die zweiten Adambulacralstücke einschiebenden dritten Adambulacralstücke nach aussen gedrängt, liegt dann also am aboralen Rande der dritten Adambulacralstücke. Ausserdem unterscheidet es sich von demjenigen der allermeisten echten Ophiuren durch seine sehr geringe Grössenentwicklung. Die Beziehung zu dem Wassergefässsystem wird aber beibehalten; so wie bei den Ophiuren die Zuführöffnung für das Wassergefässsystem an dem Mundschilde sich befindet[1]), so dient dasselbe auch bei den Euryaliden, sei es in einem oder in mehreren Interradien als Madreporenplatte. Während nun bei Trichaster das auch hier unpaare Mundschild nur in rudimentärer Gestalt zur Ausbildung gelangt ist, haben die dritten Adambulacralstücke eine verhältnissmässig ansehnliche Grösse und sie sind es, welche Müller und Troschel als paarige Mundschilder beschrieben haben.

Dass die Platten, welche Müller und Troschel Mundschilder nannten, keineswegs solche sind, geht daraus hervor, dass sie die unteren Armplatten berühren. Das Mundschild der Ophiuren grenzt niemals an die unteren Armplatten, sondern es sind immer und stets die Adambulacralplatten, welche mit Letzteren sich berühren. Sie begrenzen bei Trichaster die für das dritte Füsschen bestimmte Oeffnung an deren adoralem Rande, während der aborale Rand dieser Oeffnung von einer ganz offenkundigen Adambulacralplatte gebildet wird, welche sich ganz so verhält wie die übrigen Adambulacralplatten des Armes. Aus dieser Lagerung der von Müller und Troschel beschriebenen »Mundschilder« glaube ich mit Sicherheit schliessen zu dürfen, dass man dieselben als die dritten Adambulacralstücke zu betrachten hat.

Neuerdings ist auch bei fossilen Formen das Vorkommen paariger Mundschilder behauptet worden, aber gleichfalls mit Unrecht. In der Diagnose seines Genus Aspidura hebt nämlich Pohlig[2]) hervor: »Scuta buccalia sulcis medianis in binas partes laterales aequales divisa«. Er behauptet damit bei dieser fossilen Gattung ein Verhalten der Mundschilder, welches, wie er selbst betont, bei keiner anderen bis jetzt bekannten Ophiure vorkommt. Dieses völlig abweichende Verhalten glaubt er indessen durch die Annahme erklären zu können, dass überhaupt das Mundschild der Ophiuren ein ursprünglich paariges Gebilde sei, indem dasselbe aus der Verschmelzung zweier Lateralschilder des Armskeletes seine Entstehung genommen habe. Eine derartige Annahme steht in directem Gegensatze zu dem Ergebnisse, zu welchem mich meine dies-

1) Joh. Müller, Ueber die Gattungen der Seeigellarven. Berlin 1855. p. 33—34. Taf. IX, Fig. 2.

2) Dr. H. Pohlig, Aspidura, ein mesozoisches Ophiuridengenus. Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. XXXI. p. 235—261. Taf. XVI – XVII.

paarige Mundschild haben sie übersehen und was sie »Mundschilder« nennen, sind Adambulacralplatten[1]).

Fassen wir das im Vorhergehenden über Trichaster und Aspidura Gesagte zusammen, so kommen wir zu dem Schlusse, dass in keinem einzigen Falle weder bei lebenden noch bei fossilen Ophiuriden ein paariges Mundschild nachgewiesen werden konnte. Das durchaus constante Auftreten eines unpaarigen Mundschildes und die ebenso constante Beziehung des Mundschildes zu dem Zuleitungsapparate, des Wassergefässsystems berechtigt dazu dem Mundschilde eine hervorragende Bedeutung für das morphologische Verständniss des Baues der Ophiuriden beizulegen. Ein Skeletstück, welches so beharrlich in Zahl, Lage und in Beziehung zum Wassergefässsystem durch die ganze Reihe der Ophiuriden hindurch auftritt, muss bei allen Versuchen, die Letzteren mit den übrigen Echinodermengruppen in nähere Verbindung zu bringen ernstlich berücksichtigt werden. Es bildet einen so charakteristischen Punkt in der Ophiuridenorganisation, dass man, wenn sich ein verwandtschaftlicher Zusammenhang zwischen den einzelnen Echinodermengruppen soll nachweisen lassen, erwarten muss ein ihm homologes Gebilde bei anderen Echinodermen zu finden. Aus Gründen, die eingehend zu besprechen über den Rahmen dieses kleinen Aufsatzes hinausginge, die ich aber in Verbindung mit Beobachtungen über den Bau der pentacrinoiden Antedonlarve demnächst auseinanderzusetzen beabsichtige, halte ich die Mundschilder der Ophiuren für homolog mit den Oralplatten der Crinoideen und den Genitalplatten der Echinoideen und gelange zu Anschauungen, welche mit den kürzlich von P. H. Carpenter geäusserten theilweise übereinstimmen, theilweise aber sich sehr weit von ihnen entfernen[2]). P. H. Carpenter erklärt es für möglich, dass die Mundschilder der Ophiuren den Oralplatten der Crinoideen entsprechen — ich bin damit einverstanden, gehe aber noch weiter und behaupte, was Carpenter nur für möglich hält. Die Genitalplatten der Echinoideen hingegen hält Carpenter für Homologa der Basalplatten der Crinoideen, eine Auffassung, welcher ich nicht beizustimmen vermag. Ich bin im Gegentheil der Meinung, dass es die Oralplatten sind, welche bei den Crinoideen mit den Genitaltafeln der Echinoideen gleichgestellt werden müssen.

1) Obige auf Aspidura bezüglichen Bemerkungen habe ich schon im Zoologischen Anzeiger Nr. 19, 1879, p. 41—48 mitgetheilt.

2) P. Herbert Carpenter, On the Apical and Oral Systems of the Echinodermata. Part. I, Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol. XVIII. 1878. Part. II, ibid. Vol. XIX. 1879.

Bremen, 20. April 1879.

Über Asthenosoma varium Grube und über ein neues Organ bei den Cidariden.

Mit Tafel II und III und einem Holzschnitt.

Über Asthenosoma varium Grube. Mit Tafel II.

Eine glückliche Verknüpfung von Umständen hat mich in die seltene Lage gebracht, drei Exemplare jener merkwürdigen Seeigel mit biegsamer Körperwand untersuchen zu können, von denen wir Grube[1] die erste Kunde, W. Thomson[2] und A. Agassiz[3] ausführlichere Mittheilungen verdanken. Die mir vorliegenden Thiere sind Eigenthum des Museum Godeffroy in Hamburg und stammen aus der Java-See; Näheres über den Fundort konnte ich nicht ermitteln. Von den drei Exemplaren sind zwei ganz übereinstimmend gebaut und gehören offenbar in dieselbe Species; das dritte Exemplar zeigt einige Abweichungen, von denen es zweifelhaft sein kann, ob man sie als Merkmale einer besonderen Species oder nur einer besonderen Varietät der ersten Art ansehen soll.

[1] A. E. Grube, Über mehrere Seeigel (Asthenosoma varium n. sp.). 45. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. Breslau 1868. p. 42 bis 44.

[2] Wyv. Thomson, On the Echinoidea of the »Porcupine« Deep-sea Dredging-Expeditions. Philos. Transact. of the Royal Soc. of London. Vol. 164. Part. II. London 1874. p. 720—744. Pl. LXII—LXVII. — The Voyage of the »Challenger«. The Atlantic. London 1877. Vol. I. p. 146—148.

[3] A. Agassiz, Revision of the Echini. Cambridge, Mass. 1872—1874. p. 98, 2[illegible]—272, 422—428. Pl. IIc, Fig. 1—5; XXIV, Fig. 14; XXXVIII, Fig. 7—9. — Zoological Results of the Hassler-Expedition I. (Illust. Catal. Mus. Comp. Zool. Harvard College No. VIII.) Cambridge, Mass. 1874. p. 3—5. Pl. II, Fig. 1—2. — Preliminary Report on the »Challenger« Echini. Proceed. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences. Vol XIV. 1879. p. 200—202.

Im Ganzen kennen wir aus der Familie der Echinothuriden, eine Benennung, unter welcher W. Thomson die Gattung Asthenosoma Grube (= Calveria W. Thomson) und seine Gattung Phormosoma wegen ihrer Beziehung zu der fossilen Form Echinothuria floris Woodward[1] zusammengefasst hat, zwölf Arten; sieben davon gehören zur Gattung Asthenosoma (A. varium Grube, A. hystrix A. Agassiz [W. Thomson sp.], A. fenestrata A. Agassiz [W. Thomson sp.], A. pellucida A. Ag., A. Grubei A. Ag., A. coriacea A. Ag., A. tessellata A. Ag.), fünf zur Gattung Phormosoma (Ph. placenta W. Thomson, Ph. uranus W. Thomson, Ph. hoplacantha W. Thomson, Ph. luculenta A. Ag., Ph. tenuis A. Ag.). Genauer bekannt sind davon bis jetzt nur die drei Arten: A. hystrix, A. fenestrata und Ph. placenta. Die von A. Agassiz aus der Ausbeute des »Challenger« aufgestellten neuen Formen sind erst ganz kurz und vorläufig beschrieben. Auch die Originalspecies der ganzen Familie, A. varium, ist nur unvollkommen bekannt.

Nach einem sorgfältigen Vergleiche mit allen angeführten Beschreibungen bin ich zu dem Schlusse gelangt, dass von meinen Exemplaren die beiden gleichartigen in die Grube'sche Species Asthenosoma varium gehören. Dieses Ergebnis war mir ein sehr willkommenes; der treffliche Erhaltungszustand der Thiere setzte mich in den Stand, die Lücken der Grube'schen Beschreibung auszufüllen, so dass es, wie ich hoffe, an der Hand der hier folgenden Notizen in Zukunft leicht sein wird, die von Grube aufgestellte Species zu erkennen. Im Anschlusse an die Beschreibung der beiden Exemplare von Asthenosoma varium, soll dann ferner auch das dritte abweichende Exemplar besprochen werden; einige allgemeinere Bemerkungen werden sich dabei von selbst ergeben.

Beide in Weingeist conservirte Exemplare von Asthenosoma varium haben die Gestalt abgeplatteter runder Scheiben; das eine Exemplar, welches ich vorwiegend den folgenden Angaben zu Grunde lege, hat einen horizontalen Durchmesser von 62 mm; der vertikale Durchmesser beträgt in der Mitte der Scheibe 9 mm, am Rande der Scheibe nur 5 mm. Die Körpergestalt des lebenden Thieres war jedenfalls mehr gewölbt, da an den beiden conservirten Exemplaren durch einen wahrnehmbaren Einstich die Körperflüssigkeit entleert und dadurch ein Einsinken der Körperwand hervorgerufen worden ist. Am Rande der Scheibe sind die Interambulacra doppelt so breit wie die Ambulacra; Erstere messen 26 mm, Letztere 13 mm Breite. Die Zusammensetzung der Ambulacren und Interambulacren ist ganz ähnlich wie bei den [illegible]

[1] S. P. Woodward, On Echinothuria floris, a new and anomalous Echinoderm from the Chalk of Kent. The Geologist. Vol. VI. London 1868. p. 327. Pl. XVIII.

Thomson und Agassiz beschriebenen Formen. Dorsalseite und Ventralseite des Körpers zeigen keine wesentlichen Differenzen in der Plattenbildung. Die Platten der Interambulacren sind mit ihrem medianen Ende ein wenig adoralwärts gerichtet. Die Ambulacralplatten haben eine umgekehrte Lagerung; mit ihren medianen Abschnitten aboralwärts gerichtet. In der Nähe des Peristomes ist diese differente Lagerungsweise der ambulacralen und interambulacralen Platten nicht mehr deutlich, wohl aber in der Nähe des Apex.

Jede Ambulacralplatte trägt an ihrem lateralen Ende, mit welchem sie an die Interambulacralplatten anstößt, einen Doppelporus. Zwischen den lateralen Abschnitten der auf einander folgenden Ambulacralplatten bleiben Zwischenräume, in welche zwei kleine sekundäre Ambulacralplättchen mit je einem Doppelporus eingelagert sind; wir haben also hier ganz dieselbe Anordnung wie sie Thomson von A. hystrix und A. fenestrata beschreibt und abbildet[1]. Der mediane Abschnitt der primären Ambulacralplatten ist bald eben so schmal, wie der laterale Abschnitt, bald bedeutend, um mehr als das Doppelte, verbreitert; in letzterem Falle dient die verbreiterte Partie zur Aufnahme eines der großen Stachelhöcker. In der Nähe des Peristoms sind alle primären Ambulacralplatten in ihrem medianen Abschnitte verbreitert, gegen den Rand der Scheibe wechseln verbreiterte mit nicht verbreiterten Platten und auf der Dorsalseite folgt häufig erst auf zwei wenig oder gar nicht verbreiterte Platten eine verbreiterte. Auf dem schmäleren Theile der primären Ambulacralplatten der Ventralseite sitzen drei bis vier kleinere Stachelhöcker, die eine unregelmäßige horizontale Reihe bilden; gegen den Apex hin schwinden diese kleineren Stachelhöcker allmählich.

Die Interambulacralplatten tragen nahe am Peristom gewöhnlich zwei große Stachelhöcker, einen am medianen und einen am lateralen Ende. Gegen den Rand der Scheibe hin schiebt sich zwischen je zwei derartige Platten eine Interambulacralplatte ein, welche den großen Stachelhöcker in der Mitte trägt und an ihrem medianen und lateralen Ende verschmälert ist. Auf der dorsalen Seite des Körpers hören die großen Stachelhöcker auf den Interambulacralplatten bald ganz auf; die Platten sind bis zum Apex an ihrem medianen und lateralen Endabschnitt ganz frei von Stachelhöckern; nur die Mitte der Platten trägt ein bis drei kleinere Höcker für die Einlenkung der mit weichhäutigen Anschwellungen besetzten Stachel, die wir nachher noch näher zu betrachten haben. Die Interambulacren der Dorsalseite sind in Folge dessen an ihrem Rande und in ihrer Mitte frei von Stacheln.

[1] l. c. p. 788; Pl. LXV, Fig. 1; Pl. LXVII, Fig. 1.

Auf der ventralen Seite zähle ich in der interambulacralen Mittellinie 14 Platten jederseits, in der ambulacralen Mittellinie 17 Platten jederseits; auf der dorsalen Seite ist das Verhältnis ein ganz ähnliches, hier kommen auf 27 Platten jeder interambulacralen Reihe 33 ambulacrale Platten.

Die Stachelhöcker sind wie bei den Cidariden und Diadematiden durchbohrt; sie sind niemals crenulirt; die größeren sind mit einem seichten Hofe umgeben.

Die Stacheln, welche auf den größten Gelenkhöckern der Ventralseite und des Randtheiles der Corona aufsitzen, sind bis zu 1,5 cm lang, kaum 1 mm dick, cylindrisch. An ihrem freien Ende sind sie ein wenig dicker und meistens schief abgestutzt. Das in der dicken muskulösen Gelenkkapsel steckende Basalstück dieser Stacheln ist gleichfalls cylindrisch und 1,5 mm lang. Was die Farbe dieser Stacheln anbelangt, so ist die Grundfarbe grüngelb; vier bis sechs violette Ringe umgeben die Stacheln in Abständen, welche durchschnittlich drei Mal so breit sind, als die violetten Ringe selbst. Die eben beschriebenen Stacheln sind in ihrem Vorkommen auf die ventrale Seite und den Randtheil des Körpers beschränkt und sind hier auf den großen Gelenkhöckern der Interambulacral- und Ambulacralplatten eingelenkt. Sie sind eben so wie die Stacheln der Diadematiden in ihrer Achse von einem hohlen Kanal durchbohrt.

Am auffälligsten ist eine andere Art von Stacheln, welche sich vorwiegend auf der Dorsalseite finden und hier den mittleren Bezirk der Interambulacralplatten und Ambulacralplatten besetzen. Sie sind durchschnittlich 1 cm lang, cylindrisch, dünner als die vorigen, endigen fein zugespitzt und stecken bis zu ihrer Spitze in einer häutigen Hülle, welche zwei bis drei knotige Anschwellungen bildet. Diese Anschwellungen sind gelb gefärbt; zwischen ihnen, so wie über der letzten von ihnen, also unter der Spitze des Stachels, besitzt die Hülle je einen violetten Fleck, der den Stachel mitunter ringförmig umgiebt. Die Stacheln der Ambulacren sind seltener mit Anschwellungen der Hülle besetzt, gleichen aber sonst ganz denjenigen der Interambulacren. Auch die dünneren Stacheln der Ventralseite sind ganz ähnlich, entbehren aber meistens der Anschwellungen völlig, oder besitzen doch nur eine solche, meist violett gefärbte, nahe an ihrer Spitze.

Die Stacheln der Mundhaut sind durchschnittlich 2 mm lang, an der Basis cylindrisch, gegen die Spitze hin spatelförmig verbreitert und ein oder zwei Mal violett geringelt.

Von Pedicellarien kommen drei verschiedene Sorten vor, die sich schon nach der Größe von einander unterscheiden. Die größte Form

ist zugleich die weniger häufige. Ihr Vorkommen ist auf den Randtheil und auf die Ventralseite der Corona beschränkt. Der Kopf derselben hat eine durchschnittliche Länge von 2—2,2 mm. Ihre Gestalt erinnert am meisten an die größte Sorte der bei Asthenosoma hystrix[1] vorkommenden Pedicellarien, ohne jedoch damit übereinzustimmen. Wie Fig. 1 zeigt, besitzen die einzelnen Greifarme an ihrem Endabschnitte fünf lappige Ausbuchtungen ihres Randes, mit welchen sie in die entsprechenden Einbuchtungen ihrer Partner eingreifen. Diese eigenthümliche Bildung der Enden der Greifarme ist auch schon von Agassiz nach einem von Grube erhaltenen Präparate abgebildet worden[2]; die Übereinstimmung jener Abbildung mit den von mir beobachteten Pedicellarien ist einer der Hauptgründe, wesshalb ich meine Exemplare zu der Grube-schen Art stelle.

Die zweite mittelgroße Pedicellariensorte unterscheidet sich wesentlich von der vorigen. Hier berühren sich, vergl. Fig. 2, die Greifarme der Pedicellarien in der ganzen Länge ihrer beiden äußeren Dritttheile und der Berührungsrand selbst ist nicht, wie bei den vorhin beschriebenen, in eine bestimmte Anzahl von Lappen ausgebuchtet, sondern mit zahllosen, in gerader Linie neben einander gestellten feinen Zähnchen besetzt. An der Innenseite eines jeden Greifarmes setzt sich die die Muskelgruben des basalen Abschnittes trennende senkrechte Lamelle in Gestalt einer mit fünf bis sechs unregelmäßigen kurzen Dornen besetzten Leiste bis in den Endabschnitt des Greifarmes fort (vergl. Fig. 3). Das Köpfchen dieser Pedicellarien hat eine Länge von 0,45—0,55 mm.

Die dritte kleinste Sorte der Pedicellarien trägt ein Köpfchen von nur 0,3—0,35 mm Länge und weicht in ihrer Form am wenigsten von den kleinsten Pedicellarien der übrigen Echinothuriden[3] ab. Ihre Greifarme verbreitern sich an ihrem Endabschnitte und sind an ihrem Berührungsrande mit zahlreichen feinen Zähnchen besetzt (Fig. 4 und 5). — Viertheilige Pedicellarien, etwa von jener wunderbaren Form, wie sie W. Thomson bei A. fenestrata aufgefunden hat, kommen bei A. varium nirgends vor.

Wie bei den übrigen bis jetzt genauer bekannten Echinothuriden sind auch bei unserer Art die Füßchen auf der Dorsalseite des Thieres anders gebaut als diejenigen der Ventralseite. Jene besitzen keine Saugscheibe, sondern endigen zugespitzt; in ihrer Wandung kommen Kalk-

[1] W. Thomson l. c. Pl. LXIV, Fig. 4 und A. Agassiz, Hassler Expedition I. l. c. p. 5. Fig. 1.

[2] A. Agassiz, Revision of the Echini. Pl. XXIV, Fig. 14.

[3] W. Thomson, l. c. Pl. LXII, Fig. 6; Pl. LXIV, Fig. 6; Pl. LXVII, Fig. 8. A. Agassiz, Hassler Expedition I. l. c. p. 5. Fig. 2.

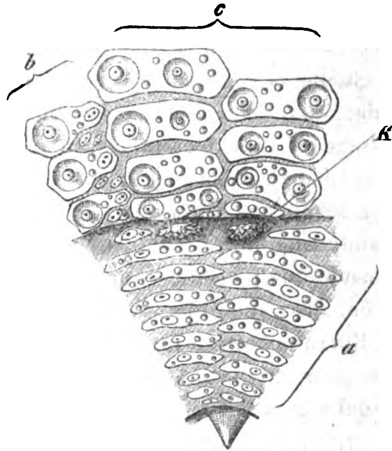
körperchen nur äußerst spärlich vor und haben dann die Gestalt kleiner, an einem Ende mitunter kurz gegabelter Stäbchen. Die ventralen Füßchen aber besitzen eine Saugscheibe, welche durch eine aus gewöhnlich fünf Stücken zusammengesetzte Kalkrosette (Fig. 9) gestützt wird. Die Kalkrosette ist an ihrem äußeren Rande gedornt und gleicht in ihrer Gesammtform einer Schüssel, deren Rand mit Zacken besetzt ist und deren Boden fehlt; die Concavität der Rosette entspricht der Concavität der Saugscheibe. Bei Asthenosoma hystrix und A. fenestrata scheint die Kalkrosette, nach den Thomson'schen Abbildungen zu schließen, eine ganz ähnliche Form zu haben. Die Kalkkörper in der Wandung der ventralen Füßchen sind zwar weit zahlreicher als in den dorsalen Füßchen, jedoch noch lange nicht so dicht gelagert wie bei A. hystrix und A. fenestrata. Am engsten bei einander liegen sie dicht unter der Kalkrosette der Saugscheibe und werden von hier an gegen die Basis der Füßchen allmählich seltener. Sie haben die Gestalt kleiner ästiger, mitunter auch ein oder zwei Mal durchlöcherter Körperchen (Fig. 10). So stark entwickelte Kalkkörperchen wie bei A. hystrix und A. fenestrata habe ich bei A. varium niemals gefunden.

Am auffälligsten ist die bilateral-symmetrische Anordnung der Kalkkörperchen der Füßchen. Während sie dicht unter der Kalkrosette in ziemlich gleichmäßiger Vertheilung das ganze Füßchen umgreifen, ordnen sie sich weiter gegen die Füßchenbasis hin in zwei einander gegenüberliegende Reihen an, zwischen denen die Füßchenwand gänzlich frei von kalkigen Einlagerungen ist. Eine ähnliche auffällige bilaterale Anordnung der Kalkkörperchen der Füßchenwandung ist meines Wissens von anderen Echinodermen bis jetzt noch nicht bekannt geworden.

Für die Beurtheilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Echinothuriden ist es nicht ohne Bedeutung festzustellen, ob am Peristome Kiemen vorhanden sind oder nicht. W. Thomson[1] behauptet das letztere. Dieser Behauptung glaube ich mit aller Bestimmtheit widersprechen zu müssen. Die mir vorliegenden Exemplare wenigstens besitzen Kiemen, und da diese Organe keineswegs zu den schwankenden Charakteren am Echinidenkörper gehören, sondern bei allen Familien mit alleiniger Ausnahme der echten Cidariden constant vorhanden sind, so darf ich wohl auch annehmen, dass ihr Vorkommen bei den Echinothuriden nicht auf die von mir untersuchten Formen beschränkt ist, sondern sich auch bei den von W. Thomson und A. Agassi beschriebenen Arten bei näherer Untersuchung wird nachweisen lassen

[1] l. c. p. 731.

Die Lage der Kiemen bei Asthenosoma varium erhellt aus untenstehendem Holzschnitte. Dieselben liegen in dem peripheren Theile der Buccalmembran zwischen den am Peristome endigenden Interambulacralplatten der Corona und den sich auf die Buccalmembran fortsetzenden Ambulacralplatten. Die nächste Umgebung der Ursprungsstellen der Kiemen ist nicht verkalkt, sondern weichhäutig, von derselben Beschaffenheit wie die weichhäutigen Partien zwischen den Platten der Buccalmembran und der Corona. Einschnitte am Peristomrande der Interambulacren für die Aufnahme der Kiemen sind nicht vorhanden. Dieser Umstand, so wie auch die Zartheit und verhältnismäßige Kleinheit der Kiemen haben es wahrscheinlich verschuldet, dass sie von Thomson und, wie es scheint, auch von Agassiz übersehen worden sind.



Ansicht eines Theiles des Peristoms von Asthenosoma varium Grube bei viermaliger Vergrößerung und nach Entfernung der Stachel, Pedicellarien und Füßchen. *K*, Kieme; *a*, Buccalplatten; *b*, radiale Platten der Corona; *c*, interradiale Platten der Corona.

Das Peristom hat einen Durchmesser von 17 mm und ist nicht kreisrund, sondern abgerundet-pentagonal.

Aus dem Mundeingange ragen die an ihrer Innenseite nicht gekielten Zähne hervor. Eine nähere Untersuchung des Kauapparates, wie überhaupt der inneren Organe, war mir nicht gestattet.

Die Buccalmembran ist von Plattenreihen eingenommen, welche in ähnlicher Weise, wie bei den Cidariden, eine Fortsetzung der Plattenreihen der Corona darstellen. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, dass in dieser Hinsicht dennoch ein ganz fundamentaler und bis jetzt nicht beachteter Gegensatz zu den Cidariden besteht. Bei den Cidariden setzen sich nämlich sowohl die Platten der Ambulacren als auch die Plat- en der Interambulacren auf die Buccalmembran bis zum Mundrande ort; auf der Buccalmembran der Cidariden können wir also eben so vie in der Corona aller lebenden und der meisten fossilen Echinoideen ehn Paare von Plattenreihen, fünf ambulacrale und fünf interambulacrale, unterscheiden. Bei Asthenosoma und Phormosoma aber liegen die 'erhältnisse anders; hier hören die interambulacralen Platten, eben so

wie bei allen anderen Seeigeln mit Ausnahme der Cidariden, am Peristomrande der Corona auf und es setzen sich nur die ambulacralen Platten auf die Buccalmembran fort; indem sich im Bereiche der Buccalmembran die ambulacralen Platten bis zur Medianebene der Interradien verlängern, bilden sie eine aus nur fünf Paaren von Plattenreihen gebildete Bedeckung der Buccalmembran. Während also die Cidariden zehn Paare von Buccalplattenreihen besitzen, kommen den Echinothuriden nur die fünf ambulacralen Paare zu.

Mit diesem Befunde steht die Angabe im Widerspruch, welche W. Thomson [1] in seiner Charakteristik der Echinothuriden macht: »The peristome is covered by ten double rows of imbricated calcareous scales, and five alternate double rows of these are perforated for the passage of tube feet in continous series with those of the ambulacral areas of the corona, as in the Cidaridae.« Glücklicherweise kann man aber schon aus Thomson's eigenen Abbildungen die Unrichtigkeit dieser Schilderung beweisen. Aus den Figuren, welche er vom Peristom von Phormosoma placenta [2] und Asthenosoma hystrix [3] giebt, lässt sich ersehen, dass auch hier, ähnlich wie in den mir vorliegenden Exemplaren, die Buccalmembran nur fünf Paare von ambulacralen Plattenreihen, die sich aber in die interradiären Bezirke bis zur gegenseitigen Berührung ausdehnen, besitzt.

Die Echinothuriden stehen also hinsichtlich des Baues ihrer Buccalmembran den Cidariden keineswegs so nahe, wie W. Thomson und A. Agassiz geglaubt haben. Die Cidariden unterscheiden sich nach wie vor von allen anderen Echiniden dadurch, dass alle Plattenreihen der Corona sich auf die Mundhaut fortsetzen. Bei den Echinothuriden setzen sich, wie wir sahen, nur die ambulacralen Plattenreihen auf die Mundhaut fort; dasselbe findet im Grunde genommen auch bei allen anderen regulären Seeigeln statt, denn man kann nicht zweifeln, dass die zehn Platten, welche bei Salenia, Diadema, Arbacia, Echinometra, Echinus die allbekannten Mundfüßchen, die neuerdings seltsamer Weise neu entdeckt wurden [4], in die Reihe der ambulacralen Platten zu stellen sind. Der Unterschied zwischen den Echinothuriden und den letztgenannten Seeigelfamilien liegt hier nur darin, dass bei jenen eine größere Zahl (in

[1] l. c. p. 730; ferner p. 732 von Phormosoma placenta, p. 740 von Asthenosoma hystrix. [2] Pl. LXII, Fig. 1. [3] Pl. LXV, Fig. 1, 2.

[4] F. C. Noll, Einige Beobachtungen im Seewasser-Zimmeraquarium. Zoolog. Anzeiger Nr. 34. 1879. p. 405: »Eigenthümliche Organe bei den Seeigeln«. H. Ludwig, Notiz über die von F. C. Noll beschriebenen eigenthümlichen Organe der Seeigel. Zoolog. Anzeiger. Nr. 36. 1879. p. 455—456.

unserem Falle mindestens acht Paare) von ambulacralen Platten in die Buccalmembran gerückt sind, bei diesen aber immer nur je zwei Platten eines jeden Ambulacrums. Wir können also bei den regulären Seeigeln unterscheiden: I. solche mit Ambulacral- und Interambulacralplatten in der Buccalmembran: Cidaridae; II. solche nur mit Ambulacralplatten in der Buccalmembran; und unter diesen können wir wieder zwei Unterabtheilungen aufstellen: IIa. solche, deren Buccalmembran mehr als je zwei Platten eines jeden Ambulacrums enthält: Echinothuridae; und IIb. solche, deren Buccalmembran immer nur je zwei Platten eines jeden Ambulacrums in sich aufnimmt: Salenidae, Arbaciadae, Diadematidae, Echinometradae, Echinidae (s. str.). Die Kalkplättchen, welche in der Gruppe IIb sehr häufig den ganzen, von den zehn ambulacralen Buccalplatten freigelassenen Bereich der Mundhaut einnehmen, betrachte ich demnach nicht etwa als interambulacrale Platten, welche auf die Buccalmembran sich erstreckt haben, sondern als sekundäre Skelettbildungen sui generis, die mit den Interambulacralplatten der Corona nichts zu schaffen haben. Zu dieser Auffassung berechtigt erstens der Umstand, dass jene Kalkplättchen der Mundhaut niemals in ihrer Zahl und Anordnung sich als Fortsetzungen der zehn interambulacralen Plattenreihen erweisen lassen. Zweitens aber spricht dafür, und es scheint das besonders beachtenswerth zu sein, die Lage der Kiemen. Bei Asthenosoma sahen wir, dass die Kiemen da auftreten, wo die interambulacralen Plattenreihen endigen. Bei den Seeigeln der Gruppe IIb sind überall Kiemen vorhanden, stets liegen dieselben am Peristomrande der Corona. Wollte man nun bei den Seeigeln der Gruppe IIb die in der Mundhaut auftretenden Plättchen als umgewandelte und verschobene Interambulacralplatten betrachten, so müsste man sich consequenter Weise zu der durch nichts bewiesenen Annahme verstehen, dass die Kiemen hier zwischen den Interambulacralplatten liegen, während sie bei den Echinothuriden sich adoralwärts von denselben befinden. Dieser Schwierigkeit geht man aus dem Wege, wenn man die Kalkplättchen, welche in der Mundhaut der Gruppe IIb auftreten, als sekundäre Bildungen betrachtet; eine Auffassung, mit welcher die Unregelmäßigkeit in Zahl und Anordnung dieser Plättchen vollkommen im Einklange steht. Die Kiemen bezeichnen also in der ganzen Gruppe II das adorale Ende der interambulacralen Plattenreihen.

Wie aber verhalten sich die Kiemen in der Gruppe I, bei den Cidariden? J. Müller[1] stellt hier ihre Existenz gänzlich in Abrede und ich

[1] Joh. Müller, Über den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 26.

man zu der Vermuthung gedrängt wird, nur eine derselben, die große, sei in Funktion getreten, die anderen aber in Rückbildung begriffen.

Der Umstand, dass eine der fünf Genitalplatten nicht eine, sondern zwei Öffnungen besitzt, steht nicht ganz vereinzelt da. Es sind in der Litteratur bereits mehrere derartige interessante Vorkommnisse verzeichnet. So erwähnt — um zunächst bei lebenden Formen zu bleiben — A. Agassiz, dass bei Stephanocidaris bispinosa mitunter zwei Genitalöffnungen in den Genitalplatten vorkommen; in der zugehörigen Abbildung haben zwei einander benachbarte Genitalplatten je zwei nahe beisammen liegende Öffnungen [1]. Ferner beobachtete Howard Stewart ein abnormes Exemplar von Echinus Flemingii, bei welchem die Genitalplatten eine kleine von fünf Öffnungen umgebene Papille besaßen; eine der Platten besaß nur drei Öffnungen [2]. Nicht ohne Bedeutung scheint mir zu sein, dass solche Fälle von vermehrten Genitalöffnungen sich verhältnismäßig häufig bei den paläozoischen Seeigeln finden, zu denen ja die Gattung Asthenosoma ohnehin schon Beziehungen besitzt. So finden sich bei Archaeocidaris Harteiana Baily in jeder Genitalplatte, mit Ausnahme der Madreporenplatte, sechs Poren [3]. Bei Palaechinus elegans M'Coy kommen in jeder Genitalplatte drei Öffnungen vor [4]. Ähnlich bei Palaechinus sphaericus Scouler; hier besitzen vier Genitalplatten je drei Öffnungen, die fünfte aber nur eine einzige [5]. Auch bei der Gattung Melonites wechselt die Zahl der Poren in jeder Genitalplatte von zwei bis fünf; bei dem von Römer [6] beschriebenen Exemplare besitzen vier Genitalplatten je drei und die fünfte nur zwei Porenöffnungen. Ferner kommen ähnliche Verhältnisse vor bei Oligoporus nobilis Meek u. Worthen [7] und Perischodomus biserialis M'Coy [8].

[1] A. Agassiz, Revision of the Echini. 1872—1874. p. 393. Pl. I, Fig. 1.

[2] Thos. Howard Stewart, On a Malformation in Echinus Flemingii, Ball. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3. Ser. Vol. V. 1860. p. 343.

[3] W. H. Baily, Remarks on the Palaeozoic Echinidae, Palaechinus and Archaeocidaris. Journ. of the Royal Geological Society of Ireland. Vol. IV. 1874.

[4] W. H. Baily, l. c. und Lovén, Etudes sur les Echinoidées. p. 80. Fig. 2.

[5] L. de Koninck, Sur quelques échinodermes remarquables des terrains paléozoiques. Bull. de l'Acad. roy. des scienc. de Belgique. 2. Sér. T. XXVIII. Bruxelles 1869. p. 544—552.

[6] F. Römer, Über den Bau von Melonites multipora, ein Echinid des amerikanischen Kohlenkalks. Archiv für Naturgesch. 1855. I. p. 312—330.

[7] F. B. Meek and A. H. Worthen, Remarks on some types of Carbonifero Crinoidea, with descriptions of new Genera and Species of the same, and of c Echinoid. Proceed. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia. XX. 1868. p. 335—359. p. 3 —359.

[8] Frederick M'Coy, On some new Palaeozoic Echinodermata. Ann. and Ma Nat. Hist. 2. Ser. Vol. III. 1849. p. 244—254. p. 253—254.

Um auf das vorliegende Exemplar zurückzukommen, so erhebt sich die Frage, ob die erwähnten Unterschiede von den beiden anderen Exemplaren groß genug sind, um darauf eine besondere Species zu gründen. Ich möchte diese Frage bejahen. Doch will ich davon abstehen dem Thiere einen neuen Speciesnamen zu geben, da ich vermuthe, dass dasselbe zu der einen oder anderen »Challenger«-Art gehört, deren genaue Beschreibung von AL. AGASSIZ zu erwarten steht.

Schließlich möchte ich mir noch einige Worte über die schon einige Male berührte Eintheilung der regulären Echinoideen gestatten. CLAUS[1] hat in der neuesten Auflage seiner Grundzüge der Zoologie die »Echinothurideae« (Familie: Echinothuridae) als gleichwerthige Unterordnung neben die »Cidarideae« (Familien: Saleniadae, Cidaridae) und »Echinideae« (Familien: Arbaciadae, Diadematidae, Echinidae, Echinometradae) gestellt. Mit dieser Anordnung kann ich mich nicht einverstanden erklären, denn einerseits besitzen die Cidaridae Merkmale, welche sie allen anderen Familien scharf gegenüber stellen, und anderseits sind die Beziehungen der Echinothuriden zu den Diadematiden und zum Theil auch zu den Arbaciaden so innige, dass eine so scharfe Loslösung derselben nicht gerechtfertigt erscheint. Ich glaube, dass die Verwandtschaftsverhältnisse der regulären Echinoideen einen richtigeren systematischen Ausdruck gewinnen, wenn man, wie oben vorgeschlagen, zunächst eintheilt in Abranchiata und Branchiata. Zu den Abranchiaten, die sich außer durch den Mangel der Kiemen auch noch dadurch von den Branchiaten unterscheiden, dass sämmtliche zehn Plattenreihen der Corona sich auf die Mundhaut fortsetzen, gehört nur allein die Familie der Cidaridae (mit Ausschluss der von AGASSIZ mit ihnen vereinigten Salenien). Unter den Branchiaten, die nicht nur durch den Besitz von Kiemen, sondern auch dadurch charakterisirt sind, dass nur die Ambulacralplatten der Corona auf die Mundhaut sich fortsetzen, unterscheiden wir dann: 1) solche mit mehr als je einem Paar von Ambulacralplatten in der Mundhaut: Familie der Echinothuridae; — 2) solche mit nur je einem Paar von Ambulacralplatten und häufig zahlreichen sekundären Platten in der Mundhaut; hierhin gehören die Salenidae, Diadematidae, Arbaciadae, Echinidae und Echinometradae.

Ein neues Organ bei den Cidariden. Mit Tafel III.

Der Kauapparat der regulären Seeigel ist schon so oft Gegenstand von ntersuchungen und Beschreibungen gewesen, dass man denselben als

[1] CLAUS, Grundzüge der Zoologie. 4. Auflage. I. Bd. Marburg 1879. p. 355 s 358.

hinreichend bekannt betrachten dürfte. Dennoch ist das nicht der Fall, wie mich ein interessanter Fund bei der anatomischen Zergliederung einiger Cidariden belehrte.

Als ich ein 4,5 cm im Querdurchmesser messendes Exemplar von Cidaris tribuloides Bl. von der Dorsalseite her öffnete, bot der Kauapparat von oben gesehen einen mich völlig überraschenden Anblick dar. Unmittelbar unter der Gabelung eines jeden der fünf Gabelstücke nimmt ein zierlich geformtes Organ seinen Ursprung, das weder in der Litteratur erwähnt wird, noch auch mir selbst bis jetzt vor Augen gekommen ist. In Fig. 1 habe ich die obere Ansicht des Kauapparates wiederzugeben versucht. Jedes der fünf unter der Gabelung der Gabelstücke hervortretenden und frei in die Körperhöhle ragenden Organe (Fig. 1 *a*) stellt einen von seiner Basis bis zu seiner Spitze sich allmählich verengernden hohlen Sack dar, dessen Hohlraum nach der Körperhöhle hin allseitig geschlossen ist, an seiner Basis aber mit dem inneren Hohlraume der Pyramiden in offenem Zusammenhange steht. Die fünf sackförmigen Organe sind eben so wie die Gabelstücke in der Richtung der Ambulacren gelegen; wir wollen sie desshalb, da sich, wie wir sehen werden, über ihre Funktion noch nichts Sicheres ermitteln ließ, einfach als die radiären Blindsäcke des Kauapparates bezeichnen.

Jeder radiäre Blindsack besteht aus einer dünnen Wandung, welche durch zahlreiche, eingelagerte Kalkkörper ziemlich starr geworden ist und so den inneren Hohlraum stets offen hält. Der ganze Blindsack hat durchschnittlich eine Länge von 8 mm und ist an seiner Basis oder Ursprungsstelle 3 mm breit. Das sich allmählich verjüngende freie Ende ist nach oben gekrümmt. Der Blindsack ist in der Ansicht von oben oder unten breiter als in der Seitenansicht. Wir können also an ihm eine obere dorsale und eine untere ventrale Oberfläche unterscheiden. Beide Oberflächen verhalten sich nicht ganz gleichartig. Während die dorsale keine Ausbuchtungen zeigt, ist die ventrale Oberfläche mit kurzen Ausbuchtungen besetzt, welche in der Fig. 1 am Rande der Blindsäcke sichtbar sind. Die Ausbuchtungen unterscheiden sich in ihrem Baue durchaus nicht von dem Bau des ganzen Blindsackes überhaupt; ihr Hohlraum ist nur eine unmittelbare Fortsetzung des Hohlraumes des Sackes selbst. Eine bestimmt ausgesprochene Muskelschicht vermochte ich in der Wandung des Blindsackes nicht aufzufinden.

Die Kalkkörper in der Wandung des radiären Blindsackes sind so stark entwickelt, dass sie an manchen Stellen in Gestalt kurzer Dorne oder Stachelchen über die äußere Oberfläche des Organs emporragen. Am dichtesten liegen sie in der dorsalen, keine Ausstülpungen tragen-

den Wand. Ihre Gestalt lässt sich durchgängig auf eine dreistrahlige Anlage zurückführen, deren Äste gewöhnlich in ungleichen Winkeln von einander abstehen. In Fig. 2 bis Fig. 7 sind eine Anzahl dieser Kalkkörper abgebildet. Fig. 2 stellt die jüngste und einfachste Form, die dreistrahlige Grundform, dar; sie hat eine Größe von meistens 0,04 mm, doch kommt die gleiche Form auch bis zu einer Größe von 0,07 mm vor. Die in Fig. 5 gezeichnete Form findet sich vorzugsweise in der ventralen Wand und in den Ausbuchtungen derselben; sie misst circa 0,3 mm. Die übrigen Formen, Fig. 3, 4, 6, 7, trifft man namentlich in der dorsalen Wand des Organs an. Die Kalkkörperchen der Fig. 6 und 7 messen 0,5—0,6 mm. Dass sie auf eine dreistrahlige Anlage zurückzuführen sind, geht aus den Abbildungen ohne Weiteres hervor. Außer den so eben beschriebenen dreistrahligen Kalkkörpern kommen in den radiären Blindsäcken vereinzelt auch noch größere, bis zu 0,9 mm Länge messende, leicht gebogene stabförmige Kalkkörper vor; sie lassen sich durch Annahme einer unvollkommenen Ausbildung eines Strahles gleichfalls auf die dreistrahlige Grundform zurückführen.

Rechts und links von der Basis des radiären Blindsackes befinden sich noch je ein kleineres, mit Ausbuchtungen besetztes Blindsäckchen, welches in seinem Bau mit dem radiären Blindsacke durchaus übereinstimmt, auch eben so wie dieser mit dem inneren Hohlraume der Pyramiden in offenem Zusammenhange steht. Wir wollen diese beiden kleineren Blindsäckchen als Nebenblindsäcke bezeichnen (Fig. 1 *b*).

Die so eben beschriebenen Organe sind bis jetzt völlig unbekannt, wenigstens kann ich in der mir zugängigen Litteratur nirgends ein Anzeichen davon entdecken, dass dieselben jemals beobachtet worden seien. Auch A. Agassiz, obschon er einige anatomische Abbildungen derselben Species in seiner Revision of the Echini (Pl. XXVIII, Fig. 3, 4) giebt, erwähnt dieselben mit keinem Worte.

Die nächste Frage nach dem Funde dieser eigenthümlichen Gebilde war die, ob dieselben auch bei anderen Echinoideen vorkommen, oder auf die vorliegende Art beschränkt seien? So weit mir Material zu Gebote stand, suchte ich diese Frage zu beantworten und gelangte dabei zu folgenden Ergebnissen.

Bei einem Exemplar von Cidaris metularia Blainv. von 1,1 cm Querdurchmesser sind die fünf radiären Blindsäcke und die zehn Nebenblindsäckchen gleichfalls vorhanden; die ersteren haben eine Länge von 2 mm, ihr Lumen wird durch die Kalkkörper der Wandung weit offen gehalten, ihre Gestalt wiederholt die bei Cidaris tribuloides geschilderten Verhältnisse. Die Nebenblindsäcke sind ganz winzig. Die Kalkkörper haben eine durch die Dünnheit der Kalkstäbe bedingte zierliche

Gestalt und messen 0,3—0,45 mm. In Fig. 11—13 sind einige derselben gezeichnet, um ihren Habitus anzudeuten.

Auch bei Dorocidaris papillata A. Ag., wovon ich ein 2,5 cm im Querdurchmesser messendes Exemplar zergliedern konnte, sind die fünf radiären Blindsäcke vorhanden; hingegen vermisse ich hier die Nebenblindsäckchen, welche also bei dieser Art gar nicht zur Ausbildung gelangt sind. Die radiären Blindsäcke haben eine Länge von 5 mm. Da in ihrer Wandung die Kalkkörper nicht entfernt so zahlreich sind, wie bei den beiden untersuchten Cidaris-Arten, namentlich bei Cidaris tribuloides, so ist sie nicht starr, sondern weich und zart. Doch liegen auch hier die Kalkkörper in der dorsalen, nicht ausgebuchteten Wand näher bei einander, als in der mit Ausbuchtungen besetzten ventralen Wand. Fig. 8, 9 und 10 stellen die beiden Hauptformen der Kalkkörper dar: die dreistrahlige, nicht durchlöcherte und die durchlöcherte.

Von Goniocidaris canaliculata A. Ag. untersuchte ich ein Exemplar von 3,4 cm Querdurchmesser. Auch hier fand ich die neuen Organe, und zwar sind nicht nur die circa 5 mm langen radiären Blindsäcke, sondern auch die fünf Paare der 1,5 mm langen Nebenblindsäckchen vorhanden. Was aber diese Organe bei Goniocidaris canaliculata von denjenigen der drei anderen vorhin besprochenen Cidariden unterscheidet, ist der gänzliche Mangel von Kalkkörpern in ihrer Wandung.

Da ich keine anderen Cidariden zur Verfügung hatte, konnte ich die Untersuchung auf keine größere Zahl von Arten ausdehnen. Doch glaube ich, dass auch schon die mitgetheilten Befunde genügen, um in den radiären Blindsäcken des Kauapparates eine der ganzen Familie der Cidariden eigenthümliche Einrichtung zu erkennen. Um das etwaige Vorkommen dieser merkwürdigen Organe bei anderen Seeigelfamilien festzustellen, untersuchte ich aus der Familie der Echinometren Echinometra lucunter, aus der Familie der Arbacien Arbacia punctulata und aus der Familie der eigentlichen Echinen Sphaerechinus granularis. In allen diesen Fällen war das Nachsuchen resultatlos, nicht eine Spur der Blindsäcke vermochte ich nachzuweisen, so dass ich mich berechtigt glaube, den genannten drei Familien die radiären Blindsäcke des Kauapparates überhaupt abzusprechen.

Nur bei den Diadematiden konnte ich bis jetzt eine Spur jener den Cidariden eigenthümlichen Organe wiederfinden. Bei Diadema setosum Gray fand ich an denselben Stellen des Kauapparates, an welchen bei den Cidariden die radiären Blindsäcke anhängen, fünf ganz ähnliche dünnhäutige Organe, die sich nur dadurch von jenen unterscheiden, dass sie einfach sackförmig, nicht mit Ausbuchtungen besetzt sind.

man aus hier nicht weiter zu erörternden Gründen berechtigt ist die Cidariden für älter als die Diadematiden zu halten, so kann man das Vorkommen der radiären Blindsäcke am Kauapparat der letzteren als ein Festhalten einer ererbten Eigenthümlichkeit betrachten, welche den Arbacien, Echinen und Echinometren verloren gegangen ist.

Über die morphologische Bedeutung der radiären Blindsäcke am Kauapparat der Cidariden jetzt schon eine bestimmte Ansicht aufstellen zu wollen, scheint mir verfrüht zu sein. Dazu wäre vor allen Dingen ein besseres morphologisches Verständnis des ganzen Kauapparates der Echiniden nothwendig, als wir es zur Zeit besitzen. Eben so wenig bin ich im Stande, schon jetzt mich über die physiologische Bedeutung jener Organe zu äußern. Es wird die Aufgabe einer Untersuchung der lebenden Thiere sein, nach dieser Richtung zu einer gesicherten Auffassung vorzudringen.

Bremen, 12. November 1879.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

Fig. 1. Asthenosoma varium. Einer der drei Greifarme einer Pedicellarie der ersten Sorte; 45/1.

Fig. 2. Asthenosoma varium. Pedicellarie der zweiten Sorte; 110/1.

Fig. 3. Einer der drei Arme der vorigen Pedicellarie im vertikalen Durchschnitt um die Dornen der inneren vertikalen Leiste zu zeigen; 110/1.

Fig. 4. Asthenosoma varium. Pedicellarie der dritten, kleinsten Sorte; 110/1.

Fig. 5. Ein einzelner Greifarm der vorigen; 110/1.

Fig. 6. Asthenosoma spec. nov.? Pedicellarie der ersten, größten Sorte; 45/1.

Fig. 7. Asthenosoma varium. Apicalapparat; 8/1.

Fig. 8. Asthenosoma spec. nov.? Apicalapparat; 8/1.

Fig. 9. Asthenosoma varium. Theilstück der Rosette in der Saugscheibe eines Füßchens der Bauchseite; 180/1.

Fig. 10. Asthenosoma varium. Kalkkörperchen aus der Wand eines Füßchens der Bauchseite; 180/1.

Tafel III.

Fig. 1. Obere Ansicht des Kauapparates von Cidaris tribuloides. 2/1. *a*, die radiären Blindsäcke; *b*, die Nebenblindsäcke; *c*, die Gabelstücke; Darm und Steinkanal sind abgeschnitten bis auf ihre Anfangsstücke.

Fig. 2—7. Kalkkörper aus einem radiären Blindsacke von Cidaris tribuloides. 40/1.

Fig. 8—10. Kalkkörper aus einem radiären Blindsacke von Dorocidaris papillata. 140/1.

Fig. 11—13. Kalkkörper aus einem radiären Blindsacke von Cidaris metularia. 40/1.

Über den primären Steinkanal der Crinoideen, nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt.

Mit Tafel XII und XIII.

Die von mir entdeckten Zuleitungskanäle am Wassergefäßringe der erwachsenen Crinoideen, für welche die Bezeichnung »Steinkanäle« einstweilen beibehalten werden mag, da ihre Homologie mit den »Steinkanälen« der übrigen Echinodermen unzweifelhaft ist, besitzen zwei besonders bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Erstens sind sie in ihrem Vorkommen nicht auf einen bestimmten Interradius beschränkt, sondern finden sich in gleicher Weise in allen fünf Interradien und zweitens stehen sie nicht in direktem Zusammenhange mit der Außenwelt, sondern münden in die Leibeshöhle. In Hinsicht auf den ersterwähnten Umstand kennen wir bei manchen Holothurien, einigen Seesternen und einer Anzahl Euryaliden ähnliche Verhältnisse, indem auch dort in mehr als einem Interradius Steinkanäle zur Ausbildung gelangt sind; ein besonders interessantes Beispiel habe ich in dem von mir beschriebenen Trichaster elegans bekannt gemacht. Die andere Eigenthümlichkeit, dass die Steinkanäle sich in die Leibeshöhle öffnen, kommt bekanntlich auch bei allen Holothurien vor.

Da nun aber bei allen bis jetzt bekannt gewordenen Jugendstadien der Echinodermen mit alleiniger Ausnahme derjenigen der Crinoideen der Wassergefäßring durch einen einzigen Kanal, den wir als den primären Steinkanal bezeichnen können, in direkter Kommunikation mit dem umgebenden Seewasser steht, so erhebt sich die Frage, wie jen abweichende Verhalten der Crinoideen zu erklären sei? Ist auch b ihnen anfänglich ein primärer Steinkanal vorhanden, der nur in eine einzigen Interradius vorkommt und direkt nach außen münde Und wenn es so ist, haben wir dann darin überhaupt ein für die gan

Klasse der Echinodermen ursprüngliches und typisches Verhalten zu erkennen? Oder werden wir zu der Auffassung gedrängt, dass ursprünglich in jedem Interradius des Echinoderms sich ein oder mehrere Steinkanäle befanden? Die Beantwortung dieser Fragen scheint mir von um so größerer Wichtigkeit, weil sie gerade das für die Echinodermen so ganz besonders charakteristische Wassergefäßsystem betreffen und sehr geeignet sind zur Aufklärung der Phylogenie der Echinodermen beizutragen. Die Frage, um die es sich hier also zunächst handelt, lautet präciser gefasst: welches ist die ursprüngliche Form des Zuleitungsapparates des Wassergefäßsystems bei den Crinoideen?

Eine thatsächliche Kenntnis der Entwicklung der Steinkanäle und Kelchporen der Crinoideen besitzen wir bislang nicht[1]. Das einzige, was wir mit Bestimmtheit wissen, ist die Thatsache, dass bei dem jungen Thiere von Antedon rosacea in jedem Interradius statt der ungemein zahlreichen Poren des erwachsenen Thieres sich nur ein einziger Kelchporus findet[2]. Wenn auch die Zahl der Kelchporen und die Zahl der Steinkanäle bei dem erwachsenen Thiere nicht unmittelbar von einander abhängig sind, so dürfen wir doch vermuthen, dass ähnlich den Kelchporen auch die Steinkanäle anfänglich in geringerer Zahl auftreten. Diese Vermuthung wird bestärkt durch den Umstand, dass bei Rhizocrinus lofotensis, den man in so mancher Hinsicht mit den Jugendstadien der Comatuliden vergleichen kann, ebenfalls in jedem Interradius nur ein Kelchporus und auch nur ein einziger Steinkanal vorkommt[3]. Sonach war es höchst wahrscheinlich, dass auch bei Antedon rosacea anfänglich, entsprechend dem Verhalten der Kelchporen, sich in jedem Interradius nur ein einziger Steinkanal finden werde. Um diese Wahrscheinlichkeit durch die Beobachtung zur Thatsache zu erheben, untersuchte ich zahlreiche pentacrinoide Jugendstadien von Antedon rosacea, welche mir mein Freund Dr. Spengel in vorzüglich konservirtem Zustande von Neapel besorgt hatte. Was ich fand, übertraf meine Erwartungen, obschon ich das Stadium, nach welchem ich zunächst suchte, nicht vor Augen bekam — die mehr als hundert untersuchten Pentacrinoid-Larven besaßen statt des einen Porus und einen Steinkanals, den ich in jedem der fünf Interradien zu finden erwartete, nur in einem einzigen

[1] cf. Götte, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Comatula mediterranea. ·ch. f. mikrosk. Anat. XII. 1876. p. 588—648. Taf. XXV—XXVIII.

[2] Perrier, Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula sacea. Arch. de zool. expér. et génér. T. II. 1878. p. 42.

[3] H. Ludwig, Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis. Morphol. Stud. an Echidermen. Bd. I. p 147—148. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXIX. p. 63—64.

Interradius einen Steinkanal und einen Porus. Dieser Befund brachte mich der Lösung der Frage nach dem ursprünglichen Verhalten des Zuleitungsapparates des Wassergefäßsystems bei den Crinoideen um vieles näher als ich gehofft hatte.

Wenn man gut konservirte Pentacrinoid-Larven von Antedon, welche eine Länge von circa 1,2 mm besitzen, durch sehr vorsichtiges Entkalken und Einschluss in Lack durchsichtig macht, so kann man von der inneren Organisation alle Einzelheiten klar und bestimmt erkennen, selbst ohne Anfertigung von Schnitten. Die Bilder werden noch schärfer und bestimmter, wenn man vorher mit Karmin oder Hämatoxylin gefärbt hat. In Fig. 2 habe ich einen Überblick über den Bau der Larve nach entkalkten Präparaten zu geben versucht. In den Vorhof des Mundes ragen die Tentakel hinein. Dieselben entspringen aus dem Wassergefäßringe; jedem späteren Radius entsprechend findet sich eine Gruppe von drei größeren Tentakeln *T*, *T'*, deren mittlerer, *T*, genau zwischen je zwei Oralplatten zu liegen kommt; zwischen den fünf Gruppen der größeren Tentakel erheben sich je zwei kleinere Tentakel *T''* in den Vorraum des Mundes. Nach außen von der Basis des mittleren der größeren Tentakel liegt in der Körperwand je ein rothbrauner kugeliger Körper[1] von genau derselben Beschaffenheit, wie man sie an den erwachsenen Thieren rechts und links von den Ambulacralrinnen findet. Da uns die Tentakel selbst und deren weitere Schicksale hier nicht interessiren, so verweise ich in Bezug darauf auf die Mittheilungen von W. Thomson[2] und W. B. Carpenter[3]. Nur im Hinblick auf die Angabe Greeff's[4], wonach es scheinen könnte als besitze die Larve in einem bestimmten Stadium zehn Tentakel, möchte ich mir die Bemerkung gestatten, dass nach den Beobachtungen der genannten englischen Forscher, die ich meinerseits bestätigen kann, gerade ein Stadium mit zehn Tentakeln nicht vorzukommen scheint. Die Larve besitzt zuerst fünf (radiale) Tentakel; im nächsten Stadium treten fünfmal zwei interradiale Tentakel hinzu, so dass die Larve im Besitz von fünfzehn Tentakeln ist; in dem darauffolgenden Stadium finden sich durch das Hinzukommen von fünfmal zwei radialen Tentakeln im Ganzen fünfundzwanzig.

Auch auf die Schilderung der Skelettheile der Larve will ich nicht

[1] cf. Morphol. Studien an Echinodermen. Bd. I. p. 50, 118. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVIII, p. 304 und Bd. XXIX, p. 59.

[2] W. Thomson, On the Embryogeny of Antedon rosaceus. Philos. Trans. Vol. 155. 1865.

[3] W. B. Carpenter, Researches on the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus. Part I. Philos. Transact. Vol. 156. 1866.

[4] R. Greeff, Über den Bau und die Entwicklung der Echinodermen. 5. Mittheilung. Marburger Sitzungsberichte. 1876. Nr. 5. p. 89.

näher eingehen. Dieselben sind von THOMSON und CARPENTER so allseitig und erschöpfend behandelt worden, dass ich nichts Wesentliches hinzuzufügen weiß. Ich setze für das Folgende die Kenntnis der Skelettheile und ihrer Anordnung voraus.

In der von dem Kranze der Tentakel umgebenen Mundscheibe liegt die Mundöffnung nicht genau centrisch, sondern nach einer Seite hin verschoben. Sie führt in den Darmtractus, der aus denselben drei Abschnitten sich zusammensetzt, denen wir überhaupt bei den Larven der Echinodermen begegnen: einem kurzen Vorderdarm, *D'*, einem geräumigeren sackförmigen Mitteldarm, *D''*, und einem engeren Enddarm, *D'''*. Der Darmtractus macht in seinem Verlaufe eine im Allgemeinen horizontale Windung, die fast ganz auf Rechnung des zweiten und dritten Darmabschnittes kommt, während der erste Abschnitt ziemlich senkrecht in die Leibeshöhle eindringt. Die Windung des Darmtractus ist stets und immer dieselbe. Ohne dass auch nur eine einzige Ausnahme zur Beobachtung gekommen wäre, verläuft der Darm stets so, dass er sich, wenn man die Larve von der Mundseite betrachtet, von links nach rechts wendet, also dieselbe Richtung verfolgt wie der Zeiger der Uhr. Bei den erwachsenen Thieren ist dies Verhältnis ganz das gleiche geblieben [1] und bei Rhizocrinus lofotensis habe ich ebenfalls konstatiren können [2], dass der Darm denselben soeben beschriebenen Verlauf nimmt. Auch W. B. CARPENTER [3] beschreibt die Windungsrichtung des Darmes bei der pentacrinoiden Antedonlarve in ganz übereinstimmender Weise. Bezüglich des feineren Baues des Darmkanals mag erwähnt sein, dass ich die langen Wimperhaare des den Mitteldarm auskleidenden Epithels an meinen Präparaten mit Sicherheit konstatiren konnte; dieselben sind schon von W. B. CARPENTER beobachtet worden.

In seinem ganzen Verlaufe ist der Darm durch feine bindegewebige Aufhängefäden, welche die Leibeshöhle durchsetzen, an die Innenseite der Körperwand befestigt. Diese bindegewebigen Bildungen, die auch schon von W. B. CARPENTER erwähnt worden sind, treten in der späteren Entwicklung der Larve in immer stärkerem Maße auf, bis sie endlich jenen hohen Grad der Ausbildung erfahren, den wir von dem erwachsenen Thiere kennen. In dem vorliegenden Stadium sind sie noch weit von jener schließlichen Ausbildung entfernt und es ist noch keine Andeutung von den verschiedenen Abtheilungen vorhanden, in welche

[1] cf. Morphol. Stud. an Echinodermen. Bd. I. p. 49—50.
[2] Morphol. Stud. an Echinodermen. Bd. I. p. 118—119.
[3] W. B. CARPENTER, On the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus. Proceed. Roy. Soc. Nr. 166. 1876. Pl. 9, Fig. 10, 11.

durch sie die Leibeshöhle des erwachsenen Thieres zerlegt wird — axiale, interviscerale, circumviscerale Leibeshöhle[1].

Der Stengel der Larve ist von einem Faserstrange durchsetzt, welcher sich in die Leibeshöhle fortsetzt, dieselbe bis zur oralen Decke durchzieht und sich hier inserirt. In diesem Faserstrange haben wir zweifellos die Anlage des dorsalen Organs, des Herzgeflechtes, vor uns. Greeff giebt an, dass im Centrodorsalstück des von ihm beobachteten Larvenstadiums schon eine bläschenförmige Erweiterung des Herzgeflechtes als Anlage des fünfkammerigen Organs vorhanden sei. In dem von mir beobachteten Stadium habe ich vergeblich nach einer derartigen bläschenförmigen Anlage gesucht. Im Übrigen kann ich über den Verlauf des dorsalen Organs nur die Angaben W. B. Carpenter's bestätigen.

Der Wassergefäßring der Larve besitzt schon ganz die Zusammensetzung, welche wir von dem erwachsenen Thiere kennen; namentlich sind die quer durch das Lumen gespannten Muskelfäden leicht wahrzunehmen (Fig. 1, Fig. 3). Der Wassergefäßring steht an keiner Stelle mit der Leibeshöhle in unmittelbarer Kommunikation. Die betreffende Angabe W. B. Carpenter's[2] beruht, wie auch aus den Beobachtungen Götte's folgt, auf einem Irrthum.

Wenden wir uns nun endlich zu dem uns hier besonders interessirenden Zuleitungsapparat des Wassergefäßringes. Wie oben schon angedeutet wurde, besteht derselbe aus einem einzigen Steinkanal und einem einzigen Kelchporus. Steinkanal und Kelchporus liegen immer in demselben Interradius. Der Steinkanal entspringt aus dem Wassergefäßring als ein cylindrischer Kanal, dessen dünne bindegewebige Wandung ein inneres Epithel trägt, welches an Höhe ungefähr eben so viel misst als wie das innere Lumen an Querdurchmesser. In seinem Bau gleicht der Steinkanal völlig den Steinkanälen, welche wir bei dem erwachsenen Thiere finden. Der Verlauf des Steinkanals ist der folgende. Nach seiner Abgangsstelle von der der Leibeshöhle zugekehrten Wand des Wassergefäßringes liegt er eine ganz kurze Strecke weit eingelagert in die dünne Bindegewebsschicht, welche den Wassergefäßring von der Leibeshöhle scheidet. Von dieser Region jener Bindegewebsschicht entspringt ein gleichfalls bindegewebiger Strang, welcher schief zur benachbarten Innenfläche der seitlichen Körperwand hinüberzieht und so einen in Fig. 1 mit L' bezeichneten Raum von der Leibeshöhle abtrenn

[1] cf. Morphol. Stud. an Echinodermen. Bd. I. p. 52, 89.

[2] l. c. Proc. Roy. Soc. p. 227. In Fig. 11, Pl. 9. Der Carpenter'schen Mittheilun ist überdies die Bezeichnung *rc* (»oral ring-canal«) an die falsche Stelle der Fig gesetzt, während die gleiche Bezeichnung in Fig. 10 richtig angebracht ist.

indessen ist diese Abtrennung keine vollständige, sondern es bleibt der Raum *L'* in offenem Zusammenhange mit dem Haupttheile der Leibeshöhle *L*. Man könnte sich versucht fühlen, jene, durch einen Bindegewebsstrang bewerkstelligte unvollständige Abtrennung des Raumes *L'* als den ersten Anfang zu der späteren Zerlegung der Leibeshöhle in eine interviscerale und eine circumviscerale zu betrachten; der Bindegewebsstrang wäre dann als erste Andeutung des sogenannten Eingeweidesackes des erwachsenen Thieres zu deuten. Der Steinkanal biegt sich nun stets so um, dass er in jenen Raum *L'* hineingelangt und dabei dem Hauptttheil, *L*, der Leibeshöhle die Konvexität seiner Krümmung zukehrt. Das Ende des Steinkanals ist, wie ich an zahlreichen Präparaten auf das Bestimmteste beobachten konnte, hier eben so wie beim erwachsenen Thiere nicht blind geschlossen, sondern mündet offen mit leicht umwalltem Porus in den Raum *L'* (vergl. auch Fig. 5). Mitunter, aber nicht immer, konnte ich feststellen, dass das offene Endstück des Steinkanals an den Bindegewebsstrang, der *L* und *L'* von einander trennt, angelöthet ist. In denselben Leibeshöhlenabschnitt, *L'*, in welchen der Steinkanal mündet, führt nun auch der einzig vorhandene Kelchporus. Derselbe beginnt auf der äußeren Oberfläche des Larvenkörpers ungefähr in der Höhe der oberen Wand des Wassergefäßringes und zieht von dort, die Dicke der Körperwand schief nach innen und unten durchsetzend in den Raum *L'*. Da weder die Krümmung des Steinkanals, noch auch der Kelchporus, in ein und derselben vertikalen Ebene liegen, so gelingt es weder an optischen, noch an wirklichen Vertikalschnitten alle hier berührten Lagerungsverhältnisse in einem einzigen Bilde zu übersehen; um zu einem Einblick in die erwähnten Lagebeziehungen zu gelangen, bedarf es der Durchmusterung einer größeren Anzahl von guten Präparaten. Der Schnitt, aus welchem Fig. 3 genommen ist, hat den Kanal des Kelchporus in seinem ganzen Verlaufe der Länge nach getroffen mit Ausnahme des äußersten Anfangsstückes, welches durchscheinend gezeichnet ist; der Steinkanal ist in diesem Schnitte quer getroffen. In Fig. 1 fällt der größte Theil des Steinkanals in die Ebene des Bildes, nicht aber der Kelchporus; letzterer wird erst bei einer Änderung der Einstellung des Mikroskopes sichtbar.

Es verhalten sich also Kelchporus und Steinkanal der Larve ganz eben so wie die gleichen, nur weit zahlreicheren und in allen fünf Interradien auftretenden Organe der erwachsenen Thiere: Beide Organe stehen auch bei der Larve nicht in unmittelbarem Zusammenhang, sondern münden in die Leibeshöhle. Das durch den Kelchporus aufgenommene Seewasser gelangt also auch hier zunächst in die Leibeshöhle, aus welcher es durch die Öffnung des Steinkanals in diesen letzteren

aufgenommen und in den Ringkanal des Wassergefäßsystems weiter befördert wird.

Damit ist der Nachweis erbracht, dass auch bei den Crinoideen anfänglich nur ein einziger Steinkanal vorhanden ist, dass also auch in dieser Hinsicht ein Gegensatz zwischen ihnen und den übrigen Echinodermen nicht besteht. Ein Differenzpunkt liegt jedoch noch darin, dass der primäre Steinkanal der Crinoideen in demjenigen Stadium, in welchem wir ihn vorhin kennen gelernt haben, nicht unmittelbar nach außen, sondern in die Leibeshöhle führt, während doch bei allen anderen Echinodermen, auch dann, wenn wie bei den Holothurien im späteren Leben der Steinkanal in die Leibeshöhle mündet, anfänglich eine direkte Kommunikation mit der Außenwelt vorhanden ist. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen jüngerer Larvenstadien sein, die Erklärung für diesen Differenzpunkt zu geben. Da bei allen anderen Echinodermen in der Jugend eine unmittelbare Kommunikation der Wassergefäßanlage mit dem umgebenden Wasser durch den sogenannten Rückenporus der Larve besteht, so ist es wahrscheinlich, dass auch bei den Crinoideen ursprünglich ein gleiches Verhalten als Ausgangspunkt für die spätere, abweichende Bildung gedient hat. Es wäre aber auch anders denkbar; es könnte sich herausstellen, dass bei der Crinoideenlarve die Abtrennung der Wassergefäßanlage von der Leibeshöhlenanlage keine ganz vollständige ist, sondern dass beide Anlagen durch das später im primären Steinkanal gegebene Rohr in offener Verbindung bleiben, und dass nicht wie sonst die Wassergefäßanlage, sondern die Leibeshöhlenanlage sich durch den, dem Rückenporus der anderen Echinodermenlarven zu vergleichenden, Kelchporus nach außen öffnet. Wenn man die zuletzt erwähnte Möglichkeit auch nicht ohne Weiteres von der Hand weisen kann, so spricht doch aller Anschein dafür, dass sich der primäre Steinkanal der Crinoideen in der ersterwähnten Weise entwickele. Für den Augenblick ist es zwecklos sich länger in Vermuthungen darüber zu ergehen, da einschlägige Beobachtungen noch vollkommen fehlen.

Wenn wir nun auch bei diesem Mangel an thatsächlichen Kenntnissen die Frage nach dem allen Echinodermen gemeinsamen Ausgangspunkt in der Entwicklung des Zuleitungsapparates des Wassergefäßsystems noch nicht nach allen Seiten definitiv beantworten können, so vermögen wir doch das Eine schon jetzt für alle Echinodermenklassen ohne Ausnahme zu konstatiren, dass ursprünglich nur ein einziger Steinkanal vorhanden war, dass also alle Fälle, in welchen beim ausgebildeten Thiere eine Vermehrung der Steinkanäle und Vertheilung derselben auf mehr als einen Interradius vorkommt, als sekundäre Erscheinungen aufgefasst werden müssen.

Eine für die Morphologie des Echinodermenkörpers höchst wichtige und interessante Frage lässt sich hier sofort anknüpfen, ich meine die Frage, ob denn nun, wenn ursprünglich bei allen Echinodermen nur ein einziger Steinkanal vorhanden war, der Interradius, in welchem derselbe liegt, bei allen Echinodermen ein und derselbe ist? Könnte diese Frage bejaht werden, dann wäre in der Lage des primären Steinkanals ein sicherer Anhaltspunkt gegeben, um die Körperregionen der einzelnen Echinodermenklassen mit größerer Sicherheit auf einander beziehen zu können als es bisher möglich war. Bevor ich jedoch eine Beantwortung der soeben aufgeworfenen belangreichen Frage versuchen will, möge noch ein anderer Punkt, der den primären Kelchporus der Crinoideen betrifft, hervorgehoben werden.

Man hat sich neuerdings daran gewöhnt, es als eine ausgemachte Sache zu betrachten, dass die Genitalplatten im Apicalapparat der Echinoideen den Basalia der Crinoideen homolog seien[1]. Der ganze Beweis für diese Auffassung liegt darin, dass, wenn man von dem Mittelpunkt der dorsalen Oberfläche des Thieres ausgeht, bei den Crinoideen die Basalia, bei den Echinoideen die Genitalia die ersten Platten sind, welche stets und immer in der Richtung der Interradien angeordnet sind. Irgend welche unmittelbaren Beziehungen zu den inneren Organen des Thierkörpers sind bei dieser lediglich auf die räumliche Anordnungsweise jener Platten gegründeten Homologisirung nicht in Betracht gezogen worden. Es besitzen aber die Genitalplatten der Echinoideen zu wichtigen inneren Organen sehr bemerkenswerthe direkte Beziehungen, welche meines Erachtens bei Vergleichung der morphologischen nicht unbeachtet bleiben dürfen: Zunächst ist zu berücksichtigen, dass die Genitalplatten der Echinoideen dadurch ausgezeichnet sind, dass sie von den Ausführungskanälen der Geschlechtsorgane durchbohrt werden. Für die Vergleichung mit den lebenden Crinoideen fällt dieser Punkt nicht weiter ins Gewicht, da bei den letzteren bekanntlich die produktiven Theile der Genitalorgane und die Genitalöffnungen in die Pinnulä verlegt sind. Und da wir schon unter den Echinoideen in einzelnen Fällen sehen, dass die Genitalöffnungen die Genitalplatten verlassen und auch unter den Asterien bei Asterina gibbosa ein Fall von weitgehender Verlagerung der Genitalöffnungen bekannt geworden ist[2], so haben wir um so weniger Grund bei den Crinoideen die Homologa

[1] Vergl. namentlich: P. H. Carpenter, On the Oral and Apical Systems of the Echinoderms. Part. I. Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XVIII. 1878. p. 35—383.

[2] cf. Morphol. Stud. an Echinod. I. p. 290. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI. p. 95.) Über die Genitalorgane der Asterina gibbosa.

der Genitalplatten der Echinoideen da zu suchen, wo sich die Genitalöffnungen befinden. Durchaus konstant aber ist die Beziehung, welche eine (oder mehrere) der fünf Genitalplatten der Echinoideen, indem sie sich zur Madreporenplatte umbildet, zum Wassergefäßsystem besitzt. Diese Beziehung der Genitalplatten zum Wassergefäßsystem ist bei allen Echinoideen eine so unabänderliche, dass bis jetzt auch nicht ein einziger Fall bekannt geworden wäre, in dem die Madreporenöffnungen sich von den Genitalplatten entfernt hätten; ja wir können sagen, die Verbindung mit dem Zuleitungsapparat des Wassergefäßsystems ist für die Genitalplatten der Echinoideen noch charakteristischer und wesentlicher als die Verbindung mit den Genitalöffnungen. Wenn also die Annahme, dass die Basalplatten der Crinoideen, speciell die Basalia der pentacrinoiden Antedonlarve, den Genitalplatten der Echinoideen homolog seien, gerechtfertigt ist, so müsste man erwarten, dass sich eine ähnliche Beziehung zwischen den Basalien der Crinoideen und dem Wassergefäßsystem werde nachweisen lassen, wie wir sie soeben bei den Echinoideen als wesentliches Merkmal der Genitalplatten hervorgehoben haben. Das ist nun aber nicht der Fall. Der primäre oben geschilderte Kelchporus der pentacrinoiden Antedonlarve liegt niemals in einer Basalplatte, sondern er durchsetzt, wie ich mich auf das Bestimmteste überzeugen konnte, den seitlichen Randtheil einer Oralplatte. Da die Oralplatten bekanntlich eben so wie die Basalplatten interradiär gelagert sind, also auch in dieser Hinsicht mit den Genitalplatten der Echinoideen übereinstimmen, so scheint mir aus dem Gesagten unabweislich zu folgen, dass nicht, wie man neuerdings anzunehmen geneigt war, die Basalplatten, sondern vielmehr *die Oralplatten der Crinoideen es sind, welche mit den Genitalplatten der Echinoideen verglichen werden müssen.* Gegen die entgegengesetzte Auffassung, dass die Basalplatten der Crinoideen den Genitalplatten der Echiniden homolog seien, spricht übrigens auch die Lage der Afteröffnung. Denn die letztere liegt adoralwärts von den Basalplatten der Crinoideen, aber aboralwärts von den Genitalplatten der regulären Echiniden. Setzt man aber die Oralplatten der Crinoideen den Genitalplatten der Echinen gleich, so liegt in beiden Fällen der After aboralwärts von den genannten Platten.

Die Homologie der Oralplatten der Crinoideen mit den Genitalplatten der Echinoideen bietet einen festen Anhaltspunkt für die Beurtheilung einzelner Körperregionen der Crinoideen und Echinoideen. So finden wir bei den Crinoideen adoralwärts von den Oralplatten keine Skeletplatten im späteren Leben des Thieres auftreten; die Oralplatten können allerdings in den späteren Lebensstadien des Thieres immer undeutlicher

werden und selbst ganz dahinschwinden, sie können aber auch als beträchtlich große Skeletstücke durch das ganze Leben bewahrt bleiben, wie es bei Hyocrinus[1] der Fall zu sein scheint. Die Ausbildung des Perisoms des Crinoideenkelches geschieht durch Einlagerung von Skeletplatten an der aboralen Seite der Oralplatten. Anders aber liegt die Sache bei den Echinoideen. Hier entfernen sich die den Oralplatten der Crinoideen homologen Genitalplatten immer weiter von dem Munde, indem die Bildung des Perisoms des erwachsenen Thieres, genauer die Bildung der Interambulacralfelder, an der adoralen Seite der Genitalplatten erfolgt. Eben so wie es also für die Echinoideen charakteristisch ist, dass die Einschiebung neuer Skeletplatten an der adoralen Seite der Genitalplatten stattfindet und so die letzteren immer weiter vom Munde entfernt, eben so ist es für die Crinoideen charakteristisch, dass die Einschiebung neuer Skeletstücke an dem aboralen Rande der Oralplatten geschieht und so die letzteren in ihrer ursprünglichen Nachbarschaft zum Munde belässt. In Konsequenz dieser Anschauung kann man dann auch für die Interambulacralfelder der Echinoideen am Körper der Crinoideen kein morphologisches Äquivalent finden, sondern muss behaupten, dass in dieser Hinsicht zwischen Echinoideen und Crinoideen ein fundamentaler Gegensatz besteht.

Eine weitere Konsequenz aus der Homologie der Oralplatten der Crinoideen mit den Genitalplatten der Echinoideen besteht darin, dass die Basalplatten der Crinoideen bei den Echinoideen ohne Vertretung sind; denn bei letzteren finden wir in der Jugend im Inneren des von den Genitaltafeln gebildeten Kreises nur eine einzige centrale Platte, die man entweder mit der Dorsocentralplatte[2] oder mit der Endplatte des Stengels[3] der Crinoideen vergleichen kann; zwischen dieser centralen Platte und den Genitalplatten ist ein Kreis von fünf interradiär gestellten Skeletstücken, welche den Basalplatten der Crinoideen entsprächen, bis jetzt noch in keinem Falle nachgewiesen.

Nach dieser Abschweifung über die Homologie der Oralplatten der Crinoideen mit den Genitalplatten der Echinoideen und über einige aus jener Homologie zu ziehenden Folgerungen kehren wir zu der oben aufgeworfenen Frage zurück: ist der Interradius des Steinkanals bei allen Echinodermen der gleiche? Bei dem Versuche, zu

[1] W. Thomson, Notice of new living Crinoids belonging to the Apiocrinidae. Journ. of the Linn. Soc. Vol. XIII. Nr. 66. Dec. 1876. p. 51—53.

[2] S. Lovén, Etudes sur les Echinoidées. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar. B. 11. Nr. 7. Stockholm 1874. p. 65 sqq.

[3] P. H. Carpenter, On the Oral and Apical Systems of the Echinoderms. Part I. l. p. 374.

einer Beantwortung dieser Frage zu gelangen, wollen wir zunächst die Verhältnisse der Echinodermenlarven betrachten.

Bei den oben geschilderten Crinoideenlarven liegt der Steinkanal ausnahmslos in demselben Interradius; es ist dies derjenige Interradius, welcher, wenn man den Körper der Larve in der durch die Darmwindung gegebenen Richtung umkreist, unmittelbar auf den den After beherbergenden Interradius folgt, vergl. die schematische Figur 2. Ich habe mehr als hundert Larven darauf untersucht und niemals eine Ausnahme von dieser Regel gefunden. Denkt man sich die Larve in ihrer natürlichen Haltung so aufgestellt, dass sie den Interradius des Afters dem Beschauer zukehrt, so gelangt man, wenn man sich nach links um die Larve herumbewegt, schon nach dem Überschreiten eines einzigen Radius in den Interradius des Steinkanals, nach rechts aber muss man vier Radien überschreiten, bevor man den Interradius des Steinkanals erreicht. Mit Hilfe dieser konstanten Beziehung zwischen dem Interradius des Afters und dem Interradius des Steinkanals ist es leicht den letzteren aufzufinden. Auch ein anderes konstantes Verhältnis erleichtert das Aufsuchen des primären Steinkanals der Antedonlarve. Stengel und Kelch sitzen nämlich nicht in einer senkrechten Achse über einander, sondern die Längsachse des letzteren ist gegen die Längsachse des ersteren ein wenig geneigt. Diese Neigung bedingt einen stumpfen Winkel zwischen Kelch und Stengel und zwar regelmäßig an derselben Seite des Thieres, nämlich an derjenigen, welche dem den Interradius des Afters vom Interradius der Madreporenplatte trennenden Radius entspricht.

Bei den Larven der Asterien, Ophiuren, Echinoideen und Holothurien ist es hinlänglich bekannt, dass der im Rückenporus ausmündende primäre Steinkanal in derselben Region des Körpers, links neben der Mittellinie des Larvenrückens, sich befindet. In dieser Hinsicht braucht nur auf die zahlreichen darüber vorliegenden Beobachtungen verwiesen zu werden; sie alle stimmen in diesem Punkte mit einander überein und es wäre mehr als überflüssig, wollte ich die eigenen Beobachtungen, die ich an Auricularien, Bipinnarien, Brachiolarien und Pluteus darüber angestellt habe, ausführlich mittheilen. Da die Übereinstimmung aller zuletzt erwähnten Echinodermenklassen in Betreff der Lage des primären Steinkanals eine ausnahmslose ist, so dürfen wir w[illegible]l auch annehmen, dass auch die Crinoideenlarven sich dieser Gese[illegible]-mäßigkeit fügen werden, dass also auch bei ihnen derjenige Bezirk [illegible]s Körpers, welcher den primären Steinkanal und den primären Kel[illegible]-porus beherbergt, dem Rücken der übrigen Echinodermenlarven e[illegible]-sprechen wird. Um hier alle Zweifel zu beseitigen, ist zwar das S[illegible]-

dium jüngerer Crinoideenlarven als der von mir untersuchten noch durchaus nothwendig. Dennoch dürfte es nicht zu gewagt erscheinen schon jetzt zu behaupten, dass bei allen Echinodermenlarven der primäre Steinkanal in derselben Körperregion gelegen ist.

Unter der Voraussetzung, dass diese eben gemachte Annahme das Richtige trifft, kommt es nun ferner darauf an zu zeigen, dass die Rückenregion der Larve, in so weit sie den primären Steinkanal enthält, bei allen Echinodermen in dieselbe Region des erwachsenen Thieres übergeht. Da wir bei allen erwachsenen Echinodermen den Steinkanal in einem Interradius finden, so dürfen wir ohne Weiteres schließen, dass jene Rückenregion der Larve in einen Interradius des erwachsenen Thieres aufgenommen wird und es fragt sich nur noch, ob es immer ein und derselbe Interradius ist, welcher den Steinkanal und Rückenporus der Larve in sich herüber nimmt? Die als Radien und Interradien bezeichneten Regionen am Körper des erwachsenen Echinoderms werden hervorgerufen durch die Anordnung der vom Wassergefäßringe ausstrahlenden Wassergefäße. Diese Wassergefäße entstehen später als der primäre Steinkanal der Larve; sie bilden sich an der bereits mit dem primären Steinkanal versehenen Wassergefäßanlage rechts und links oder vielleicht auch nur an einer Seite von der Einmündungsstelle des primären Steinkanals in die Wassergefäßanlage. Es spitzt sich also die Frage schließlich dahin zu, dass festgestellt werden muss, ob die Einmündungsstelle des vom Rückenporus der Larve kommenden primären Steinkanals in die Wassergefäßanlage mit Bezug auf die aus letzterer sich ausbuchtenden radiären Wassergefäße eine konstante ist? Die Fälle, die hier denkbar sind, wären etwa folgende: 1) alle fünf radiären Wassergefäße entspringen links von der Einmündungsstelle des primären Steinkanals; 2) links entspringen vier, rechts ein radiäres Wassergefäß; 3) links entspringen drei, rechts zwei radiäre Wassergefäße; 4) links entspringen zwei, rechts drei; 5) links eins, rechts vier; 6) rechts alle fünf radiären Wassergefäße. Es könnte sich zeigen, dass bei den Echinodermen alle diese sechs Fälle ganz beliebig vorkämen, oder dass bei der einen Gruppe der eine Fall, bei der anderen Gruppe ein anderer Fall konstant ist, oder endlich, dass bei allen Echinodermen ein und derselbe Fall zum Gesetz geworden ist. In den bis jetzt vorliegenden entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten finden sich keine hinreichend bestimmten Angaben, um die eben präcisirten Fragen jetzt schon entscheiden zu können. Es ist überhaupt der hier berührte Punkt noch von keiner Seite scharf ins Auge gefasst worden. Aus diesem Grunde darf ich wohl um so mehr betonen, dass es sich hier um einen Kernpunkt von größter Bedeutung für das Verständnis der Echi-

nodermenentwicklung handelt. Die sichere Feststellung der Lagebeziehung zwischen der Einmündungsstelle des primären Steinkanals und den sich entwickelnden radiären Wassergefäßen an der Wassergefäßanlage wird den Ausgangspunkt für die Beantwortung vieler wichtigen morphologischen und phylogenetischen Fragen bilden. Schon im Folgenden hoffe ich zeigen zu können, wie eng verknüpft damit das Verständnis der eigenthümlichen Lagerung des Afters bei den einzelnen Echinodermenklassen ist.

Oben habe ich bereits hervorgehoben, dass bei den Crinoideen, bei den pentacrinoiden Larven sowohl als auch bei den erwachsenen Thieren, die Richtung der Darmwindung immer die gleiche ist. Dieser Satz lässt sich auf alle Echinodermen, bei denen überhaupt im erwachsenen Thiere eine Windung des Darmes vorhanden ist, ausdehnen und gewinnt dadurch eine allgemeinere Bedeutung. Stets und immer verläuft der Darmtractus der Echinodermen so, dass er sich, wenn man das Thier von der Mundseite betrachtet, wie der Zeiger einer Uhr, also von links nach rechts, bewegt. Für die Crinoideen habe ich den Nachweis für die Konstanz der Darmwindungsrichtung oben schon erbracht; für die Asterien, Echinoideen und Holothurioideen lässt sich dieselbe Gesetzmäßigkeit nachweisen; nur für die Ophiuren kann der Beweis, dass der Darm eine Windung von links nach rechts besitze, nicht geliefert werden, da der Darmtractus hier einen genau in der Dorsoventralachse des Körpers gelegenen blind geschlossenen Sack darstellt, der keinerlei Anzeichen irgend einer Windung zu erkennen giebt.

Zwar liegt auch bei den Asterien der Darm, wenn wir von den radiären und interradiären Blindsäcken desselben absehen, in seinem centralen Haupttheile genau in der Dorsoventralachse des Thieres. Es könnte also auf den ersten Anblick scheinen, als sei hier eben so wenig wie bei den Ophiuren eine Darmwindung vorhanden. Es liegt aber der After der Asterien — die wenigen afterlosen Asterienformen wollen wir hier für den Augenblick außer Acht lassen — niemals genau im Centrum der Rückenseite, sondern in der Richtung eines Interradius verschoben. Das Endstück des Darmes, welches den Magensack mit dem After verbindet, verläuft in Folge dessen bei den Asterien nicht geradlinig aufsteigend in der senkrechten Dorsoventralachse, sondern macht eine kurze Biegung um den excentrisch gelegenen After zu erreiche[n]. Diese Biegung des kurzen Enddarmes erfolgt, wie die zahlreichen da[r]über angestellten Beobachtungen mich belehrten, stets von links na[ch] rechts. Bei den afterlosen Asterien fehlt, ähnlich wie bei den Ophiure[n] mit dem After und Enddarm auch die Nachweisbarkeit einer Dar[m-]

windung. Für die Links-Rechts-Windung des Darmkanals der Asterien ist auch noch eine Beobachtung anzuführen, welche JOH. MÜLLER an dem noch mit der Larve verbundenen Seesterne der Bipinnaria asterigera gemacht hat. Er fand, dass in diesem Entwicklungsstadium der Darm eine deutliche Windung macht, welche, vom Rücken des Seesternes aus gesehen, von rechts nach links, also vom Bauche gesehen von links nach rechts, verläuft[1].

Der Interradius, in welchem bei den Seesternen der After liegt, ist immer derselbe; wenigstens gilt diese Regel für alle fünfstrahligen Seesterne. Schon JOH. MÜLLER und FR. TROSCHEL haben auf die Gesetzmäßigkeit in der Lage des Seesternafters aufmerksam gemacht[2] und PERRIER hat neuerdings die Lage des Afters bei zahlreichen Asterien genau angegeben[3]. Alle diese Beobachtungen haben das übereinstimmende Resultat ergeben, dass der Interradius des Afters rechts vom Interradius der Madreporenplatte liegt, wenn man den Seestern von der Mundseite aus betrachtet. Wenn man den Seestern nur von außen untersucht, ist es bei konservirten Exemplaren nicht immer leicht, den After aufzufinden und hat man ihn gefunden, so kann man oft im Zweifel sein, ob er in der Richtung des an den Interradius der Madreporenplatte anstoßenden Radius oder ob er in der Richtung des darauf folgenden Interradius liegt. Wenn man aber den Seestern öffnet und die Rückenwand des Körpers von innen betrachtet, kann jener Zweifel nicht aufkommen und man erkennt mit Sicherheit, dass der After dem rechts auf den Interradius der Madreporenplatte folgenden Interradius angehört. Es wird die sichere Beobachtung der Lage des Afters desshalb an der Innenseite der dorsalen Körperwand erleichtert, weil sich hier eine Muskulatur befindet, die in ihrer Anordnung durch die Lage des Afters beeinflusst wird. Es verläuft nämlich *an der Innenseite der dorsalen Wand eines jeden Seesternarmes genau in der Mittellinie ein Längsmuskel in Gestalt eines platten Bandes.* Bei den einen Arten ist dies Band verhältnismäßig breit, bei anderen schmal. Diese dorsalen Längsmuskel der fünf Arme treffen im Centrum der Scheibe auf einander und verbinden sich hier zu einer centralen Muskelmasse. Die Winkel, welche die fünf dorsalen Längs-

[1] cf. J. MÜLLER, Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. II. Abhandlung. Berlin 1849. p. 16. Taf. II, Fig. 8; und III. Abhandlung. Berlin 18 0. Taf. VII, Fig. 7 und 8.

[2] MÜLLER und TROSCHEL, System d. Asteriden. Braunschweig 1842. p. 10—11. Fe ner: JOH. MÜLLER, Über den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 9.

[3] E. PERRIER, Révision des Stellérides du Muséum d'Hist. nat. de Paris. Archiv. de Zool. expérim. et génér. T. IV et V. 1875, 1876.

muskel der Arme an ihrer Abgangsstelle von der centralen Muskelmasse mit einander bilden, sind gleich groß mit alleiniger Ausnahme desjenigen Winkels, welcher dem Interradius des Afters entspricht. Derselbe ist größer als jeder der vier anderen Winkel und in ihm liegt stets der Enddarm.

Die soeben erwähnte *dorsale Muskulatur der Seesterne* ist bis jetzt fast völlig unbeachtet geblieben, obschon sie nicht gerade sehr schwer zu konstatiren ist. Ich habe in der Litteratur mich ganz vergeblich nach einer genauen Beschreibung dieser Muskulatur umgesehen. Nur allein bei Delle Chiaje[1] fand ich eine Stelle, welche offenbar auf die dorsalen Längsmuskel der Arme zu beziehen ist, — keiner der anderen Forscher thut derselben auch nur Erwähnung. In Fig. 6 habe ich die Innenansicht der dorsalen Körperwand einer Culcita abgebildet; die fünf dorsalen Längsmuskel sind mit *M* bezeichnet. Kurz nach ihrem Ursprunge aus der centralen Muskelmasse geben sie rechts und links einen Zweig, *M'*, ab, der gleichfalls der Innenseite der dorsalen Körperwand dicht anliegt und bald sich undeutlich verliert, während der mittlere Hauptstamm sich bis zur Spitze des Armes verfolgen lässt. Bei anderen Seesternen, z. B. Echinaster, Linckia, Oreaster habe ich das Vorhandensein der dorsalen Längsmuskulatur der Arme ebenfalls konstatirt; die Anordnung ist immer die gleiche, nur fehlen die bei Culcita beobachteten seitlichen Zweige entweder ganz oder sind nur schwach ausgebildet.

Bei den *Echiniden* ist es eine allgemein bekannte Thatsache, dass sich der *Darmkanal in einer doppelten Windung* durch die Körperhöhle hinzieht. Wie die schematische Fig. 7 dem Leser ins Gedächtnis zurückruft, wendet sich der Darm zunächst in den Interradius der Madreporenplatte; die Insertionslinie seines Mesenteriums zieht dicht neben dem vorderen[2] Ambulacrum einher. Dann überschreitet der Darm das letztere und verläuft alsdann in Wellentouren bei der Ansicht von der Mundseite *von links nach rechts*, bis er

[1] Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. Napoli 1841. Tav. 128, Fig. 2 sind von Ophidiaster ophidianus (= Asterias variolata Delle Chiaje) der dorsale Längsmuskelstreif und rechts und links davon dünnere seitliche Längsmuskelstreifen eingezeichnet, in der Tafelerklärung heißt es dazu: »lo strato muscolare mediano *m,*, laterale *l,*«. Auf den dorsalen Längsmuske ist auch der Streifen zu beziehen, den Delle Chiaje Tav. 129, Fig. 2 von Astrope en aurantiacus abbildet und in der Tafelerklärung mit den Worten erläutert: »le f ce analoghe agli ambulacri degli echini *tt,*«.

[2] Ich bemerke zum besseren Verständnis, dass ich mir den Echinus in er Lovén'schen Orientirung aufgestellt denke, wobei die Madreporenplatte bei der n-sicht von der Mundseite in den linken vorderen Interradius zu liegen kommt.

wieder in den Interradius der Madreporenplatte gelangt. Dort biegt er um und geht denselben Weg zurück, den er gekommen ist, bewegt sich also jetzt umgekehrt wie der Uhrzeiger; er gelangt aber nicht mehr bis zu seinem Ausgangspunkt, sondern macht an der rechten Seite des vorderen Radius Halt. Von dieser Stelle an zieht er neben dem vorderen Radius bis zum Apex, überschreitet den Mittelpunkt des Apex um ein Weniges und mündet endlich in dem After nach außen. Der After liegt bekanntlich auch bei den regulären Echinoideen excentrisch; er ist in der Richtung des hinteren Interradius verschoben. Lovén giebt zwar an, dass der After in der Richtung des rechten hinteren Radius liege[1], untersucht man indessen die Lage des Afters recht sorgfältig nicht nur von außen, sondern auch von der Innenseite, so erkennt man, dass derselbe zwar nicht genau in die Mittellinie des hinteren Interradius aber auch nicht genau in die Mittellinie des hinteren rechten Radius fällt, sondern, wie auch aus einigen der Lovén'schen Abbildungen hervorgeht, dem an den hinteren rechten Radius anstoßenden seitlichen Bezirke des hinteren Interradius entspricht. In der Fig. 7 habe ich der Übersichtlichkeit halber und um die Beziehung zu den Spatangen (Fig. 8) recht deutlich hervortreten zu lassen, die Afteröffnung genau in die Mittellinie des hinteren Interradius gezeichnet.

Es fragt sich, ob wir auch den komplicirten Darmverlauf eines Echinus einfach als eine Links-Rechts-Windung auffassen können? Mir scheint ja. Die Schwierigkeit für die Zurückführung auf eine einfache Windung von links nach rechts liegt namentlich in der auffälligen Umbiegung des Darmes und der dadurch entstehenden rückläufigen Biegung. Wenn wir aber erwägen, dass Mund und After für den Darmverlauf die fixen Punkte sind, so müssen wir erwarten, dass die Umänderungen, welche dem Darme des Echinus seinen eigenthümlichen Verlauf gegeben haben, wesentlich das frei in der Leibeshöhle suspendirte Mittelstück des Darmes betroffen haben; eben so müssen wir erwarten, dass die unmittelbar an den Mund und den After sich anschließenden Darmabschnitte, also der Vorderdarm und der Enddarm, am längsten ihre ursprünglichen Lagebeziehungen bewahrt haben. Nun liegt der Vorderdarm des Echinus stets und immer links vom vorderen Radius — das Thier immer in der Ansicht von der Mundseite gedacht —, der Enddarm liegt eben so konstant rechts vom vorderen Radius. Verbindet man Vorderdarm und Enddarm durch ein möglichst kurzes Zwischenstück, so erhält man damit eine Darmwindung, von welcher man mit Recht vermuthen kann, dass sie dem ursprünglichen Verlaufe

[1] l. c. p. 74.

des Darmes bei den Echinen entspricht. In Fig. 10 habe ich diese Konstruktion ausgeführt. Es geht daraus ohne Weiteres hervor, dass in diesem einfachen Verhalten der Darm der Echinen sich in derselben Richtung windet wie derjenige der Crinoideen und Asterien, nämlich von links nach rechts. Die eigenthümliche Gestalt der Darmwindung, die wir nun an Stelle jener einfachen Biegung bei den Echinen in Wirklickeit vorfinden, kann man sich in zwangloser Weise so entstanden denken, dass das Zwischenstück, mit welchem wir vorhin die Verbindung zwischen Vorderdarm und Enddarm herstellten, sich immer weiter nach rechts ausgebuchtet hat, bis schließlich die Umbiegungsstelle der Ausbuchtung im Interradius der Madreporenplatte anlangte. Mit punktirten Linien habe ich den eben erwähnten Vorgang, durch den ich mir die Darmwindung des Echinus aus der oben erörterten einfachen Grundform ableite, in der Fig. 10 angedeutet.

Bei den Spatangen begegnen wir derselben komplicirten Darmwindung, die wir soeben bei den Echinen besprachen (vergl. Fig. 8); dass sie sich hier in derselben Weise wie dort auf eine einfache Links-Rechts-Windung zurückführen lässt, braucht nicht näher dargelegt zu werden.

Es ist von TEUSCHER behauptet worden, dass die Darmwindung eines Spatangus wesentlich verschieden sei von derjenigen eines Echinus[1]. Den Zwischenraum zwischen der Umbiegungsstelle des Darmkanals und dem Anfangsstück desselben nennt er die Darmlücke. Der wesentliche Unterschied zwischen den Echinen und Spatangen besteht nun nach ihm darin, dass bei Echinus die »Darmlücke« in dem unpaaren Interradius, d. h. also in demjenigen Interradius liegt, welcher die Madreporenplatte enthält, dass hingegen bei Spatangus die Darmlücke dem unpaaren Radius entspreche: »so liegt also, wenn der Beobachter die Madreporenplatte zwischen sein Auge und den Scheitelpol des Thieres bringt, die Darmlücke bei Spatangus von ihm abgewendet, bei Echinus ihm zugewendet«. Der hier von TEUSCHER behauptete Gegensatz zwischen Echinus und Spatangus ist in der Hauptsache darin begründet, dass der genannte Forscher den Echinus, um ihn mit dem Spatangus zu vergleichen, mit der Madreporenplatte nach hinten aufstellt. Der ganze Gegensatz aber schwindet sofort ganz und gar und verwandelt sich, wie meine Fig. 7 und 8 zeigen, in völlige Übereinstimmung, wenn man den Echinus nach der von LOVÉN ausführlich und mit bewundernswerther Meisterschaft begründeten Orientirungsweise aufstellt, also bei der Ansicht von der Mundseite mit der Madreporen-

[1] R. TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie d. Echinodermen. IV. Echinidae. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. X. 1876. p. 581.

platte im linken vorderen Interradius. Die Übereinstimmung, welche bei der LOVÉN'schen Orientirungsweise des Echinus für den Darmverlauf der Echinen und Spatangen erzielt wird, beweist, dass die LOVÉN-sche Orientirung, die von ihrem Urheber nur auf das Verhalten der Skelettheile begründet wurde, auch mit dem Verhalten innerer Organe, speciell des Verdauungskanals, in schönstem Einklange steht und dadurch eine neue kräftige Stütze erhält.

Es erübrigt, dass wir auch noch die Darmwindung der Holothurien einer Betrachtung unterziehen um zu prüfen, ob sich auch bei ihnen eine Links-Rechts-Windung des Darmes nachweisen lasse. Wenn wir die verhältnismäßig wenigen Fälle, in denen der Darm geradlinig vom Munde zum After verläuft, hier unberücksichtigt lassen, so ist der Darm bei allen Holothurien bekanntlich so angeordnet, dass er zuerst vom Munde bis zum Hinterende des Körpers verläuft (erster absteigender Darmabschnitt), hier umbiegt und wiederum bis ins Vorderende des Körpers zurückkehrt (aufsteigender Darmabschnitt), dann nochmals umbiegt und zum After hinzieht (zweiter absteigender Darmabschnitt). Die auf solche Weise zu Stande gekommene Windung liegt nun aber nicht in einer einzigen Ebene, etwa der Medianebene des Thieres, sondern der Darm macht gleichzeitig mit der eben erwähnten Windung auch noch eine Biegung um die Längsachse des Thieres. Es geht das ohne Weiteres aus einer Betrachtung der gesetzmäßigen Anordnung der Mesenterien hervor. Das Mesenterium des ersten absteigenden Darmabschnittes ist im mittleren dorsalen Interradius befestigt, das Mesenterium des aufsteigenden Darmabschnittes im linken dorsalen Interradius und das Mesenterium des zweiten absteigenden Darmabschnittes im rechten ventralen Interradius. Denkt man sich also eine Holothurie so aufgestellt, dass sie dem Beobachter das Vorderende des Körpers zuwendet, so dreht sich der Darm, wie ich es in der schematischen Fig. 11 anzudeuten versucht habe, in der Richtung von links nach rechts um die Längsachse des Körpers. Wenn wir die Holothurie zugleich so drehen, wie dies auch in Fig. 11 geschehen ist, dass nicht der mittlere ventrale Radius, sondern der rechte ventrale Interradius genau nach unten und folglich der linke dorsale Radius genau nach oben zu liegen kommt, und dann das oben besprochene Verhalten der Echinoideen (Fig. 7, 10) zum Vergleiche heranziehen, so ergiebt sich die wichtige Thatsache, dass nicht nur die Windungsrichtung des Darmes bei Holothurien und Echinoideen die gleiche ist, sondern dass es auch ganz dieselben Interradien sind, welche bei beiden Klassen den Vorderdarm und den Enddarm enthalten. Der Vorderdarm ist in beiden Gruppen in dem Interradius der Madreporenplatte befestigt und der Interradius des

Enddarmes ist immer derjenige, welcher zur linken Seite des Beobachters durch zwei und zur rechten Seite des Beobachters durch drei Radien vom Interradius der Madreporenplatte getrennt ist.

Im Vorhergehenden glaube ich den Beweis, dass die Darmwindungsrichtung bei den Echinodermen eine konstante ist, hinreichend geliefert zu haben. Wenn wir aber nicht nur die Richtung der Darmwindung, sondern auch die Beziehung des Darmverlaufes zu den als Radien und Interradien bezeichneten Regionen des Körpers ins Auge fassen, so ergiebt sich eine durchgreifende Verschiedenheit zwischen den Crinoideen und den Asterien einerseits und den Echinoideen und Holothurien anderseits. Bei jenen (Fig. 9) überschreitet der Darm vier Radien; in Folge dessen ist der Interradius des Afters nur durch einen einzigen Radius vom Interradius des Munddarmes getrennt. Bei den Echinoideen und Holothurien (Fig. 10 und 11) aber überschreitet der Darm in seinem ursprünglichen einfachen Verhalten nur drei Radien, so dass der Interradius des Afters um zwei Radien vom Interradius des Munddarmes entfernt bleibt. Während also die Lage des Munddarmes mit Bezug auf die durch die Anordnung des Wassergefäßsystems gegebenen Regionen bei den Echinodermen immer die gleiche ist, indem der Munddarm immer im Interradius der Madreporenplatte liegt, ist der Interradius des Enddarmes bei den Asterien und Crinoideen ein anderer als bei den Echinoideen und Holothurien.

Es erhebt sich nun die Frage, ob *die eigenthümliche Konstanz in der Windungsrichtung des Darmes, so wie die Verschiedenheit in der Lage des Enddarmes auf embryologische Verhältnisse zurückgeführt* und dadurch morphologisch erklärt und verstanden werden könne? Wir besitzen bis jetzt keine Untersuchungen, welche sich die bestimmte Aufgabe stellten, jene Frage zu beantworten. Dennoch lassen die von anderen Gesichtspunkten ausgegangenen, zahlreichen Beobachtungen anderer Forscher über die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen erkennen, dass die erschöpfende Beantwortung jener Frage erreichbar sein wird. Und wenn wir Alles durchmustern, was bis jetzt über die Entwicklung der Echinodermen bekannt geworden ist, so scheint es mir, als wenn wir eine vorläufige und nur in den groben Umrissen gehaltene Beantwortung jetzt schon versuchen könnten.

Bei den Echinodermenlarven finden wir niemals einen geradlinigen Darmtractus, sondern der Darm macht stets eine in der Medianebene der Larve gelegene Biegung, deren Konvexität nach der Rückenseite und deren Konkavität nach der Bauchseite der Larve gerichtet ist. Die Wassergefäßanlage liegt in der linken Hälfte der Larve; indem sie sich

weiter entwickelt verbleibt sie vorwiegend links von der Medianebene der Larve auch dann, wenn sie, um den Larvendarm zu umfassen, in die rechte Larvenhälfte hinübergreift. Da durch die Wassergefäßanlage die spätere Mundseite des Echinoderms bedingt ist, so können wir das Verhältnis der Mundseite des Echinoderms zur Medianebene der Larve auch so ausdrücken, dass wir sagen, die Mundseite des Echinoderms entwickelt sich zu ihrem größeren Theile in der linken Hälfte der Larve. Wenn wir nun die Larve von ihrer linken Seite, in welcher vorzugsweise die Bildung der Mundseite des Echinoderms vor sich geht, betrachten, so erscheint die Darmwindung der Larve als eine Windung von links nach rechts (wie der Zeiger der Uhr). In derselben Richtung windet sich der Darm des fertigen Echinoderms, wenn man dasselbe von der Mundseite ansieht. Die konstante Richtung der Darmwindung des ausgebildeten Echinoderms beruht also wesentlich auf zwei embryologischen Verhältnissen, erstens darauf, dass der Darm der Larve eine konstante Biegung nach dem im hinteren Theile der Bauchseite gelegenen After besitzt und zweitens darauf, dass die Wassergefäßanlage und damit auch die orale Seite des Echinoderms sich hauptsächlich links von der Medianebene der Larve entwickeln. Wäre die Biegung des Larvendarmes eine umgekehrte, läge der After im hinteren Theile der Rückenseite der Larve und verliefe also der Darm mit seiner Konkavität nach der Rückenseite und mit seiner Konvexität nach der Bauchseite der Larve gerichtet, so müsste auch im ausgebildeten Echinoderm der Darm eine umgekehrte Windungsrichtung haben, umgekehrt wie der Zeiger der Uhr. Dasselbe müsste eintreten, wenn bei einer sonst normalen Larve die Wassergefäßanlage abnormer Weise nicht links, sondern rechts von der Medianebene der Larve sich entwickelte. In Fig. 15 habe ich eine Kopie einer Götte'sche Abbildung gegeben, welche sehr geeignet ist, das Gesagte zu erläutern. Man blickt auf die linke Seite der Larve und erkennt sofort, dass bei dieser Ansicht der Darm die für den ausgebildeten Seestern charakteristische Windungsrichtung besitzt (vergl. Fig. 9).

Aus derselben Abbildung vermag man auch zu entnehmen, dass die Wassergefäßanlage rechts von der Insertion des primären Steinkanals nur ein radiäres Wassergefäß, links davon aber die vier übrigen radiären Wassergefäße aus sich hervorsprossen lässt. Wenn sich nun die den Darm umgreifende Wassergefäßanlage zu einem Ringe schließt, so kommt die Schlussstelle des Ringes über den After und Enddarm zu liegen. Der After ist alsdann nach der einen Seite um nur einen und nach der anderen Seite um vier Radien von dem Steinkanal entfernt. Das entspricht in überraschender Weise dem oben besprochenen Ver-

halten des ausgebildeten Seesterns. Es wird also in diesem Falle die Lage, welche der After im ausgebildeten Echinoderm erhält, bedingt durch den Umstand, dass die mit dem, dem After ursprünglich gegenüber liegenden, primären Steinkanal verbundene Wassergefäßanlage ihre radiären Wassergefäße asymmetrisch entwickelt und zwar so, dass links vom Steinkanale vier, und rechts nur ein radiäres Gefäß entstehen.

Bei den Echinen und Holothurien sahen wir, dass der Interradius des Afters ein anderer ist als bei den Asterien und Crinoideen. Nicht ein, sondern zwei Radien liegen bei den Echinen und Holothurien zwischen dem Interradius des Afters und dem Interradius der Madreporenplatte. Demnach darf man vermuthen, dass dieses abweichende Verhalten auch schon bei den Larven der Holothurien und Echinen zum Ausdruck kommt. Sind die im Vorstehenden geäußerten Anschauungen richtig, so muss man erwarten, dass bei den Holothurien und Echinen sich an der Wassergefäßanlage rechts vom primären Steinkanal zwei und links vom primären Steinkanal drei radiäre Wassergefäße bilden. Ob das wirklich so ist, werden erst neue Untersuchungen zeigen, da die vorhandenen keinen genügenden Aufschluss darüber geben.

Seit Joh. Müller[1] mit größter Energie die Auffassung vertreten hat, dass Bivium und Trivium einer sohligen Holothurie von eben denselben Radien gebildet werden, welche in die gleichnamigen Körperregionen eines Spatangus eintreten, hat man sich gewöhnt es als eine ausgemachte Sache zu behandeln, dass Bivium und Trivium bei Holothurien und Spatangen morphologisch gleichwerthig seien. Nach dem Vorgange Joh. Müller's pflegt man beide Thierformen in der Weise von der idealen Kugelgestalt eines Echinus abzuleiten, dass man in dem einen Falle, um einen Spatangus zu erhalten, die Kugel so um eine quere Achse dreht, dass das Bivium mehr oder weniger nach unten zu liegen kommt, und dass man um eine Holothurie zu erhalten, die Kugel um dieselbe quere Achse, jedoch dergestalt dreht, dass das Bivium nach oben und das Trivium nach unten gelangt. Meines Wissens hat sich seit Joh. Müller Niemand von dieser geläufigen Auffassung entfernt. Dennoch zwingen mich die oben über die Windungsverhältnisse des Darmes und die Lagebeziehungen desselben zum Interradius der Madreporenplatte dargelegten Beobachtungen eine Ansicht zu vertreten, welche in schärfstem Widerspruch zu der Auffassung Joh. Mülle[illegible] steht.

Wenn man einen Echinus, eine Holothurie und einen Spatangus [illegible] aufstellt, dass sie die Mundseite dem Beschauer zukehren, und dass d[illegible]

[1] Joh. Müller, Über den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 11—13.

Interradius der Madreporenplatte vom Beschauer abgekehrt liegt, und wenn man ferner die Radien mit *I*, *II*, *III*, *IV*, *V* bezeichnet, indem man von der Madreporenplatte aus in der Richtung des Uhrzeigers fortschreitet, so erkennt man, wie Fig. 12, 13, 14 zeigen, dass das, was man Bivium und Trivium bei einer Holothurie nennt, durchaus nicht identisch ist mit dem, was bei einem Spatangus eben so benannt wird. Das Trivium der Holothurie wird gebildet von den Radien *II*, *III*, *IV*, das des Spatangus von den Radien *V*, *I*, *II*; ferner wird das Bivium der Holothurie gebildet von den Radien *V*, *I*, das Bivium des Spatangus aber von den Radien *III*, *IV*. Daraus erhellt (vergl. auch Fig. 11), dass das Trivium der Holothurie nur einen Radius, den Radius *II*, besitzt, der auch im Trivium des Spatangus vorkommt; dieser Radius ist bei der Holothurie der linke untere (ventrale), bei dem Spatangus der linke vordere. Das Bivium der Holothurie aber wird von zwei ganz anderen Radien gebildet als das Bivium des Spatangus. Wenn wir die in Fig. 13 und 14 angedeuteten Kriechseiten einer Holothurie und eines Spatangus vergleichen, so sehen wir, dass die Radien *III* und *IV* beiden Kriechseiten zukommen, in die Kriechseite der Holothurie wird aber außerdem auch noch der Radius *II* aufgenommen. Aus dem Gesagten scheint mir der unabweisliche Schluss zu folgen, dass die Körperregionen, welche man bei Holothurien und Spatangen als Trivium und Bivium bezeichnet, nicht identisch sind.

Der grundsätzliche Gegensatz der eben vorgetragenen Ansicht zu der von Joh. Müller aufgestellten besteht darin, dass Joh. Müller von der Lage des Afters ausgeht, während ich mich auf die Lage der Madreporenplatte und die Windungsrichtung des Darmes stütze. Joh. Müller betrachtet den Interradius des Afters bei allen Echinodermen für ein und denselben, dagegen soll der Interradius der Madreporenplatte wechseln können. Die Madreporenplatte gehört als solche zu demselben Organsystem, welches die Radien zu Radien und die Interradien zu Interradien macht. Es scheint mir also richtig zu sein die Radien und Interradien nach ihrer Lagebeziehung zur Madreporenplatte zu bestimmen und dabei die letztere als konstant in ihrer Lage zu betrachten. Die Beziehung der Madreporenplatte oder genauer des Steinkanals zu den Radien und Interradien ist jedenfalls eine primäre, während die Beziehung des Afters nur von sekundärer Bedeutung sein kann. Wenn man ferner mit Joh. Müller annimmt, dass das Trivium der Holothurien identisch ist mit dem Trivium der Spatangen, dann bleibt völlig unverständlich, dass bei den Holothurien der Enddarm, bei den Spatangen aber der Vorderdarm im Trivium liegt.

Bremen, 13. December 1879.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII.

Fig. 1. Optischer Längsschnitt durch eine Antedon-Larve; 220/1. *M*, Mundeingang; *D'*, Vorderdarm; *D''*, Mitteldarm; *L* und *L'*, Leibeshöhle; *Bi*, Bindegewebsstrang zwischen *L* und *L'*; *H*, Anlage des Herzgeflechtes; *F*, Faserstrang in der Achse des Stengels; *W*, Wassergefäßring; *St*, Steinkanal; *T*, Tentakel; *K*, rothbrauner Körper.

Fig. 2. Schema über den Bau der Antedon-Larve. *D'''*, Enddarm; *A*, After; *P*, Kelchporus; *T*, *T'*, *T''*, Tentakel; die übrigen Buchstaben bedeuten dasselbe wie in Fig. 1.

Fig. 3. Kelchporus, *P*, im Längsschnitt (nur das äußerste Stück ist durchscheinend gezeichnet); Wassergefäßring, *W*, und Steinkanal, *St*, im Querschnitt; *Mu*, die Muskelfäden im Lumen des Wassergefäßringes; aus einem optischen Längsschnitt; 380/1.

Fig. 4. Ansicht der Darmwindung und der Herzgeflecht-Anlage; 220/1.

Fig. 5. Aus einem optischen Schnitte; Kelchporus und Steinkanal von außen gesehen; *P*, Kelchporus; *St*, Steinkanal; *L* und *L'*, Leibeshöhle. Das offene Ende des Steinkanals ist an den *L* und *L'* von einander trennenden Bindegewebsstrang festgelegt; 350/1.

Tafel XIII.

Fig. 6. Ansicht der Innenseite der dorsalen Körperwand einer Culcita. *St*, Steinkanal; *S*, interradiale Septen; *Bl*, dorsaler Blutgefäßring; *M*, dorsaler Längsmuskel des Armes; *M'*, seitliche Abspaltungen des vorigen; *D*, Enddarm, abgeschnitten.

Fig. 7. Schema über den Verlauf des Darmes bei Echinus. In der Mitte der Figur sind die Platten des Apex angedeutet.

Fig. 8. Schema über den Verlauf des Darmes bei Spatangus.

Fig. 9. Schema über den Verlauf des Darmes bei Antedon und Rhizocrinus (passt auch für die Asterien).

Fig. 10. Schema über die muthmaßliche Entstehung des Darmverlaufes bei den Echinoideen.

Fig. 11. Schema über den Verlauf des Darmes bei den Holothurien. Die drei Mesenterien sind durch Doppellinien angegeben. Die Radien *II*, *III*, *IV* bilden das Trivium der Holothurie, die Radien *V*, *I*, *II* dasjenige des Spatangus.

Fig. 12—14. Schematische Figuren zur Erläuterung der Beziehungen der Körperregionen des Spatangus und der Holothurie zur idealen Kugelgestalt des Echinus. Der Interradius der Madreporenplatte ist in diesen drei Figuren schraffirt.

In den Figuren 7—14 ist die Anordnung des Wassergefäßsystems (des Wassergefäßringes, der radiären Wassergefäße und des Steinkanals) durch blaue Linien angedeutet.

Die Bezeichnung der Radien: *I*, *II*, *III*, *IV*, *V* ist in den Figuren 6—14 die gleiche; alle diese Figuren sind bei der Ansicht von der Mundseite gedacht.

Fig. 15. »Seesternscheibe einer Brachiolaria von links und etwas vorn, d. h. von der künftigen oralen (Bauch-) Seite gesehen.« (Kopie nach: Götte, Vergleich. Entwicklungsgeschichte der Comatula mediterranea. Archiv f. mikr. Anat. XII. 1876. Taf. XXVI, Fig. 22.) *A*, After; *D*, Darm; *St*, primärer Steinkanal; *I*, *II*, *III*, *IV*, *V*, die hervorknospenden fünf radiären Wassergefäße an der Wassergefäßanlage.

Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren.

Mit Tafel XIV—XVI.

Im Anschlusse an die Mittheilungen, welche ich in einer früheren Arbeit[1] über das Arm- und Mundskelet, so wie über die Generationsorgane und die Bursae der Ophiuren gemacht habe, sind die folgenden Zeilen anderen Organsystemen derselben Thiere gewidmet; sie behandeln das Wassergefäßsystem, das Blutgefäßsystem, das Nervensystem und die perihämalen Räume[2].

Um das Verständnis der Einzelheiten zu erleichtern und ein übersichtliches Bild von der Organisation einer Ophiure zu geben, habe ich nach Präparaten von Ophioglypha albida und O. Sarsii den schematischen Vertikalschnitt (Fig. 18) entworfen. Der Schnitt ist so gelegt, dass seine linke Hälfte genau der Medianebene eines Interradius, seine rechte Hälfte der Medianebene des gegenüber liegenden Radius entspricht. Aus dem mit den Zähnen (*Z*) umstellten Vorhofe des Mundes gelangen wir an die eigentliche Mundöffnung (*O*), welche von einer kreisförmigen Lippe (*Li*) umsäumt ist. Die Mundöffnung führt in den sackförmigen Darm (*D*), von dessen zehn kurzen Ausbuchtungen links eine der fünf interradiären und rechts eine der fünf radiären durch den Schnitt getroffen ist. Der Darmsack ist von einem hohen Epithel ausgekleidet. An die Körperwand (*KW*) ist der Darm allerwärts durch dünnere und dickere bindegewebige Fäden und Stränge (*Bi*) befestigt.

In der linken Hälfte der Figur sehen wir bei *ME* auf die Berührungsfläche eines Mundeckstückes mit seinem Partner. Von den beiden Muskeln, welche die beiden zu einer Mundecke gehörigen Mund-

[1] Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Morphologische Studien an Echinodermen, Bd. I, p. 241—289; mit 4 Tafeln. (Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XXXI. 1878. p. 346.)

[2] Einige der im Folgenden mitgetheilten neuen Angaben habe ich schon vorläufig bekannt gemacht in Nr. 40 des »zoologischen Anzeigers« 1879, p. 540.

eckstücke mit einander verbinden, haben wir bei *Mi'* den Querschnitt des äußeren, aboralen, bei *Mi''* den Querschnitt des inneren, adoralen, jenen nennt TEUSCHER den Musculus interradialis externus, diesen den Musculus interradialis internus. Zwischen dem Mundeckstücke und den Zähnen liegt der der Länge nach durchschnittene Zahnträger, der sogen. Torus angularis (*T*). In einer Rinne an der dorsalen Seite des Mundeckstückes finden wir den quer getroffenen Nervenring (*N*) und den ihm anliegenden oralen Blutgefäßring (*oB*); der Perihämalkanal des letzteren (*ePH*) ist nach oben geschlossen von einer bindegewebigen Wand, in welche die Peristomalplatten (A_1), die wir, wie ich früher zeigte, als umgebildete erste Ambulacralplatten betrachten können, eingelagert sind. Über den letzteren befindet sich ein zweiter den Mund umkreisender weiter Kanal (*iPH*), welcher von der Leibeshöhle durch das Septum (*S*) abgeschlossen ist. Der Kanal *iPH* entspricht dem inneren, der Kanal *ePH* dem äußeren perihämalen Ringkanal im Peristom der Asterien. Am aboralen Rand der dorsalen Seite des Mundeckstückes begegnen wir dem Querschnitte des Wassergefäßringes (*W*), der an dieser Stelle als Anhangsgebilde eine POLI'sche Blase (*P*) trägt. An den aboralen Rand der Ventralseite des Mundeckstückes grenzt das Mundschild (*MS*), über welchem und ihm dicht anliegend wir den aboralen Blutgefäßring (*aB*) mit seinem Perihämalkanal (*PH*) finden.

In der rechten Hälfte der Abbildung sehen wir, außer den durch den Schnitt getroffenen Theilen, eine Mundecke von ihrer adradialen Seite; MF^1 ist das erste, MF^2 das zweite Mundfüßchen. Nervenring und oraler Blutgefäßring setzen sich in den radiären Nerven (*Nr*) und in das radiäre Blutgefäß (*Br*) fort und sind eben so wie die letzteren gegen die Außenwelt durch die Bauchplatten (B_1, B_2, B_3 etc.) geschützt. Der Kanal *ePH* setzt sich fort in den radiären Perihämalkanal (*rPH*). Über dem radiären Perihämalkanal und dicht unter der Wirbelreihe des Armes (A_2, A_3, A_4 etc.) liegt das radiäre Wassergefäß (*Wr*). Dasselbe kommt vom Wassergefäßringe, welcher in diesem Theile des Peristoms näher an dem Nervenringe und oralen Blutgefäßringe liegt als im Bereiche der Interradien. Einen unteren Quermuskel, wie er den Wirbelhälften der Asterien zukommt und dieselben einander zu nähern bestimmt ist, besitzen die Ophiuren nur an dem zweiten Wirbel (A_2); hier schiebt derselbe (*M*), ganz wie bei den Asterien, sich zwischen das radiäre Wassergefäß und die darunter gelegenen Theile ein. Unter der dorsalen Körperwand, genauer unter den Radialschildern des Scheibenrückens, begegnen wir wiederum dem aboralen Blutgefäßringe (*aB*) und seinem Perihämalkanale (*PH*). Die eigenthümliche Thatsache, dass der aborale Blutgefäßring im Bereiche der Interradien (vergl. die linke Hälfte

der Figur) der ventralen Körperwand und im Bereiche der Radien der dorsalen Körperwand anliegt, wird später näher erläutert werden.

Das Wassergefäßsystem.

Das Wassergefäßsystem der Ophiuren ist in den letzten Jahren von verschiedenen Forschern untersucht worden. Jedoch kann man nicht sagen, dass die Kenntnis desselben bereits so weit vorgeschritten wäre, dass es hier keine wichtigen Fragen mehr zu erledigen gäbe. Im Folgenden werde ich meine Beobachtungen über die Madreporenplatte, den Steinkanal, den Ringkanal mit seinen Anhängen und die radiären Wassergefäße mittheilen und dabei auch die Angaben der früheren Forscher in Betracht ziehen.

Bekanntlich ist bei den Ophiuren eines der Mundschilder zur Madreporenplatte umgestaltet. Dasselbe zeichnet sich vor den übrigen meistens schon durch seine Gestalt aus, indem es entweder stärker konvex ist oder in anderen Fällen eine nabelartige Vertiefung zeigt. Im Innern beherbergt die Madreporenplatte einen Kanal, den Zuleitungskanal des Wassergefäßsystems. Die Öffnung, mit welcher dieser Kanal mit der Außenwelt in Verbindung steht, wollen wir als den Porus, den Kanal selbst als den Porenkanal der Madreporenplatte bezeichnen.

Der Porus der Madreporenplatte wurde von Joh. Müller zuerst beobachtet und beschrieben[1]. Nachdem Müller lange vergeblich danach gesucht hatte[2], war es ihm endlich gelungen denselben bei Ophioglypha lacertosa Lyman (= Ophiolepis ciliata M. Tr.) aufzufinden. Diese Entdeckung ist in der Folgezeit ziemlich unbeachtet geblieben und neuerdings von Simroth[3] mit Unrecht Bronn, dessen Angabe doch nur eine Reproduktion der J. Müller'schen ist, zugeschrieben worden. Ob Simroth selbst den Porus bei Ophiactis virens sicher und bestimmt gesehen hat, ist mir aus seiner Schilderung nicht ganz klar geworden. Teuscher hat den Porus nicht beobachtet, erwähnt auch die J. Müller-sche Angabe über denselben nicht. Dass die letztere auch von anderer Seite nicht berücksichtigt worden ist, zeigen unsere Handbücher. So lässt Gegenbaur[4] den Steinkanal der Ophiuren das Wasser aus der Leibeshöhle aufnehmen ohne dass ein Porus die Verbindung mit der

[1] J. Müller, Über die Gattungen der Seeigellarven. Abhandlungen d. kgl. Akad. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1854. Berlin 1855. p. 33—34. Taf. IX, Fig. 2.

[2] J. Müller, Über den Bau der Echinodermen. Abhandlungen d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus d. Jahre 1853. Berlin 1854. p. 81—82.

[3] H. Simroth, Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens. I. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. XXVII. p. 452.

[4] C. Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. Leipzig 1870. p. 336; und Grundriss d. vergl. Anat. II. Aufl. Leipzig 1878. p. 236.

Außenwelt herstelle. Joh. Müller aber giebt ausdrücklich an: »Der Porus liegt in dem fraglichen Mundschild auf dem linken Rande desselben, dicht bei dem vorderen Ende der angrenzenden Genitalspalte, und lässt sich an jedem trockenen Exemplare dieser Ophiure mit der Lupe sogleich erkennen; er führt ins Innere des Schildes, nämlich in ein in der Substanz des Schildes versteckt liegendes Madreporenlabyrinth, welches sich in die auf der inneren Seite des Schildes befindliche Aushöhlung oder den Anhang des Steinkanals öffnet. Der äußere Porus gehört dem Rande des Schildes selbst an, ist gänzlich äußerlich und setzt daher den Steinkanal und das Tentakelsystem mit dem Seewasser in Verbindung.« Abgesehen davon, dass unter dem, was Müller hier den »Steinkanal« nennt, der ganze aus dem wahren Steinkanal, dem Herzgeflecht und dem Perihämalraume des Herzgeflechtes gebildete Organkomplex zu verstehen ist, finde ich seine eben angeführte Schilderung durchaus korrekt. Und nicht nur für die von ihm untersuchte Art trifft das zu, sondern auch für die übrigen von mir zum Vergleiche benutzten Formen: Amphiura filiformis, Ophiocnida brachiata, Ophiacantha setosa, Ophioglypha albida und Ophioglypha Sarsii. Wie aus J. Müller's Abbildung hervorgeht und durch meine Untersuchungen ausnahmslos bestätigt wird, liegt der Porus stets an der linken Seite des betreffenden Mundschildes (links vom Beobachter, wenn man sich denselben, bei natürlicher Lage der Ophiure, in der dorsoventralen Achse stehend, mit dem Antlitze dem Mundschild zugewendet denkt).

Bei allen genannten Ophiuren ist immer nur ein einziger Porus, niemals mehrere, an der bezeichneten Stelle vorhanden. Mit ihm beginnt der äußere Abschnitt des Porenkanals, welcher bei Ophioglypha albida zunächst in einer zur Symmetrie-Ebene des Mundschildes rechtwinkligen Richtung in das Mundschild eindringt und bis zur Mitte des Letzteren in gerader Linie verläuft (vergl. Fig. 2). Alsdann macht er, noch immer in dem verkalkten Gewebe des Mundschildes liegend, eine Biegung nach der dorsoventralen Achse hin, verläuft also von hier an in der Richtung der Medianebene des Mundschildes, entweder in dieser Ebene oder doch nahe neben und parallel mit ihr gelegen. Der Porenkanal der Ophioglypha lacertosa hat also im Allgemeinen die Gestalt eines rechten Winkels. Die beiden Schenkel des rechten Winkels, der übrigens auch mitunter durch eine etwas stärkere oder eine etwas weniger starke Knickung zu einem Winkel von weniger oder von mehr als 90° werden kann, sind nicht gleich lang. Der mit dem äußeren Porus beginnende Schenkel, den wir desshalb auch den äußeren Schenkel nennen wollen, ist ein wenig länger als der andere, innere Schenkel. Das Lumen des Kanals bleibt sich in der ganzen hier betrachteten

Strecke nicht überall gleich; es zeigt allmählich in einander übergehende Verengerungen und Erweiterungen, die aber beide immer verhältnismäßig unbedeutend bleiben. Ausgekleidet wird das Lumen von einem hohen Epithel, welches sich nach dem äußeren Porus hin ein wenig verflacht, in seinem Gesammthabitus aber durchaus dasselbe Verhalten kund giebt, welches das Epithel der Kelchporen der Crinoideen und der Porenkanäle der Madreporenplatte der Asteriden besitzt. Während aber bei den Kelchporen der Crinoideen und den Porenkanälen der Madreporenplatte der Asteriden das Epithel sich im inneren Abschnitte der Kanäle bedeutend abflacht und ganz niedrig wird, behält es bei den Ophiuren durch das ganze Mundschild hindurch seine hohe Form. Das Epithel ist überkleidet von einer feinen Cuticula und trägt, wie ich aus den analogen Verhältnissen der übrigen Echinodermen mit Sicherheit glaube schließen zu dürfen, Wimperhaare, die ich an meinem Spiritusexemplare zwar nicht mehr erkennen konnte, die sich aber an lebenden Thieren zweifellos werden nachweisen lassen.

Wir haben soeben den Porenkanal der Madreporenplatte bei Ophioglypha albida als einen knieförmig gebogenen Kanal kennen gelernt. So verhält er sich jedoch nur, so lange das Thier noch unerwachsen ist. Später aber, in erwachsenen Thieren, sind die Verhältnisse komplicirter geworden. Eben so finden wir auch bei erwachsenen Individuen von Ophiacantha setosa (Fig. 3) eine verwickeltere Bildung des Kanals. Aus einer vergleichenden Untersuchung der hier auftretenden Komplikationen geht hervor, dass sie sämmtlich auf eine innere Oberflächenvergrößerung hinzielen und sich auf Ausbuchtungen des einfach rechtwinkligen Kanals zurückführen lassen. Die Ausbuchtungen sind bald nur Ausweitungen des Lumens, bald aber auch verlängern sie sich zu kleinen, dem Hauptkanal ansitzenden Blindsäcken. In Fig. 4 und in Fig. 3 habe ich zwei Fälle solcher Ausbuchtungen dargestellt. Fig. 3 ist einer horizontalen Schnittserie durch die Madreporenplatte von Ophiacantha setosa entnommen, Fig. 4 einer ähnlichen Serie von Schnitten durch die Madreporenplatte einer mittelgroßen Ophioglypha albida. Beachtenswerth erscheint, dass die Ausbuchtungen niemals am äußeren Schenkel des knieförmigen Hauptkanals, sondern entweder am inneren Schenkel oder an der Umbiegungsstelle oder an beiden letztgenannten bschnitten sich finden. Vergleichen wir diese Art der inneren Oberächenvergrößerung mit den bei Asterien, Crinoideen und Echinoideen ewöhnlich vorliegenden Verhältnissen, so ergiebt sich, dass bei den tzteren Echinodermengruppen Ausbuchtungen und Aussackungen von er Art, wie sie die Ophiuren zeigen, bis jetzt an den Kanälen der adreporenplatte und an den gleichwerthigen Porenkanälen in der

Kelchdecke der Crinoideen nicht beobachtet sind; dagegen zeichnen sich die letztgenannten Gruppen, wenn wir von einigen Ausnahmen absehen, durch die große Zahl der Poren und Porenkanäle aus, während die Madreporenplatte der echten Ophiuren fast immer nur einen Porus mit einem zugehörigen Kanale aufzuweisen hat. Bei den Euryaliden aber nähern sich die Verhältnisse der Madreporenplatte denjenigen der Echiniden und Asteriden; denn hier treffen wir eine Vermehrung der Poren, sei es in der Weise, dass in jedem Interradius ein Porus auftritt, oder so, dass die Madreporenplatte statt von einem von zahlreichen Poren durchsetzt wird; Ersteres ist der Fall bei Trichaster elegans, Letzteres bei den meisten anderen Euryaliden [1].

Es scheinen aber auch schon unter den echten Ophiuren Fälle vorzukommen, in denen die Madreporenplatte eine größere Zahl von Poren besitzt. So hat LÜTKEN [2] darauf aufmerksam gemacht, dass es Ophiuren giebt, deren Madreporenplatte eine ganze Reihe von Öffnungen trägt; er erwähnt namentlich Amphiura Holbølli Lütk. und Ophiolepis imbricata Müll. und Trosch. Von ersterer Art beschreibt er [3], und eben so auch LYMAN [4], die Madreporenplatte als an den Rändern mit zahlreichen Poren besetzt. Von Ophiolepis imbricata Müll. und Trosch. (= Ophioplocus imbricatus Lyman) geben MÜLLER und TROSCHEL zwar im »System der Asteriden« an »das mit dem Umbo versehene Mundschild besitzt auf der Oberfläche zerstreute Poren« [5]; doch scheint mir die Sache einer Nachuntersuchung dringend bedürftig, denn es ist zu auffallend, dass J. MÜLLER später, mehr als 10 Jahre nach dem Erscheinen des »Systems der Asteriden«, versichert, bis dahin vergeblich nach Öffnungen auf der Madreporenplatte der Ophiuren gesucht zu haben. Auch bei Ophionereis annulata Lyman finden sich an der Madreporenplatte mehrere Poren; LE CONTE [7] beschreibt bei dieser Art acht deutliche, am Rande der Madreporenplatte stehende Poren. Etwas Ähnliches scheint sich auch bei Ophionereis reticulata Lyman zu finden, denn LÜTKEN [8] erwähnt dort

[1] Näheres darüber findet sich in meinem kleinen Artikel über Trichaster elegans. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI. 1878. p. 59.) Morphol. Studien an Echinodermen. I. p. 216—217.

[2] LÜTKEN, Additamenta ad historiam Ophiuridarum, I. Kongelige Danske Selskabs Skrifter. 5. Räkke. Bd. 5. Kjøbenhavn 1859. p. 18.

[3] l. c. p. 55. Taf. II, Fig. 18 *b*.

[4] LYMAN, Ophiuridae and Astrophytidae. Illust. Catal. Mus. Comp. Zool. Nr. I. Cambridge, Mass. 1865. p. 118 »madreporic shield bearing pores on its edge«.

[5] MÜLLER und TROSCHEL, System der Asteriden. Braunschweig 1842. p. 93.

[6] J. MÜLLER, Über die Gattungen der Seeigellarven. Berlin 1855. p. 34.

[7] JOHN L. LE CONTE, Zoological Notes. Proceed. of the Acad. of Natur. Sciences. Philadelphia. Vol. V. 1852. p. 316—320. p. 317.

[8] LÜTKEN, Additamenta ad historiam Ophiuridarum, II. l. c. p. 242.

einige feine Poren am äußeren Rande der Madreporenplatte. Le Conte beschreibt auch noch von drei anderen Arten den dort allerdings immer nur einfachen Porus; es sind dies die Formen Ophiolepis geminata Le Conte (= Amphiura geminata Lütken), Ophiolepis simplex Le Conte (= Ophiactis simplex Lütken), Ophiolepis hispida Le Conte (= Ophiocnida hispida Lyman). J. Müller hat von der kleinen Mittheilung Le Conte's offenbar keine Kenntnis gehabt, als er einige Zeit später den Porus bei Ophioglypha lacertosa entdeckte; streng genommen ist Le Conte der erste Entdecker desselben.

Über der Madreporenplatte liegen fest mit einander verbunden zwei wichtige Organe, von denen wir das eine, das Herzgeflecht, bei Besprechung des Blutgefäßsystems genauer zu behandeln haben werden, von denen aber das andere, der Steinkanal, uns an dieser Stelle interessirt. Steinkanal und Herzgeflecht sind von einem Hohlraume umgeben (Fig. 1, 2, 3 *L*), der offenbar dem Hohlraume gleichzusetzen ist, welcher bei den Asterien dieselben Organe beherbergt und dort von mir als Perihämalraum des Herzens bezeichnet worden ist[1]. Derselbe ist hier wie bei den Asterien ein Theil des perihämalen Kanalsystems und in letzter Linie ein Theil der Leibeshöhle; er steht auch hier in offenem Zusammenhang mit dem inneren oralen Perihämalkanal, auf den wir später näher einzugehen haben werden. In nächster Nähe der Stelle, an welcher der innere Schenkel des in der Madreporenplatte gelegenen Kanals sich öffnet, beginnt der Steinkanal. Eine Frage von nicht geringer Bedeutung ist nun die, ob Steinkanal und Porenkanal an dieser Stelle mit einander in geschlossener Verbindung stehen oder nicht? Es ist mir trotz langen Bemühens noch nicht gelungen, diese Frage so bestimmt und befriedigend zu lösen, wie ihre Wichtigkeit es forderte. Das Eine konnte ich allerdings zweifellos an zahlreichen Präparaten konstatiren, dass der Steinkanal, so weit er die für ihn charakteristische Zusammensetzung, namentlich sein hohes Epithel besitzt, sich nicht unmittelbar an den inneren Porus der Madreporenplatte ansetzt, sondern neben dem letzteren beginnt. In Fig. 1 und 2 habe ich diese Verhältnisse nach Präparaten von Ophioglypha albida zu veranschaulichen gesucht.

Ist nun der zwischen dem inneren Porus der Madreporenplatte und der Anfangsöffnung des eigentlichen Steinkanals gelegene Raum nur ein Theil des das Herzgeflecht und den Steinkanal umgebenden Hohlraumes und damit der Leibeshöhle, oder ist dieser Raum ein zwischen den Madreporenkanal und den eigentlichen Steinkanal eingeschobenes

[1] Morphol. Studien an Echinodermen. I. p. 204, p. 171. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX. 1877. p. 158, p. 120.)

Zwischenstück, das zwar anders gebaut ist als die beiden Kanäle, die es verbindet, das aber dennoch allseitig geschlossen ist und so die Kontinuität der Lumina beider Kanäle nicht unterbricht? Namentlich der Hinblick auf die Asterien musste das Vorhandensein eines derartigen Zwischenstückes wahrscheinlich machen. Bei den Asterien weitet sich ja der Steinkanal, da wo er sich an die Madreporenplatte ansetzt, ampullenförmig aus und zeigt im Bereich dieser Ampulle nicht mehr das hohe Epithel, das er sonst besitzt, sondern ein ganz niedriges. In einem meiner Horizontalschnitte durch Ophioglypha albida, woraus die Fig. 1 und 2 entnommen sind, beobachtete ich ein Verhalten, welches ich analog dem der Asteriden glaube auslegen zu dürfen. Steinkanal und Porenkanal der Madreporenplatte münden in diesem Präparate in eine weite ampullenartige Ausbuchtung (*Amp*), die allseitig geschlossen erscheint; sie entspricht, wie mir scheint, der Ampulle des Steinkanals der Asteriden. Ich glaube mich davon überzeugt zu haben, dass sie allseitig geschlossen ist; ich will aber noch einmal hervorheben, dass ich gerade diesen Punkt nicht so sicher eruiren konnte, wie ich es selbst gewünscht hätte. Weder meine horizontalen noch meine vertikalen Schnittserien halfen mir über alle Zweifel hinweg und ich vertröste mich einstweilen damit, dass es recht bald einem anderen Forscher oder vielleicht auch mir selbst möglich sein werde durch Experimente am lebenden Thiere oder an einem für die anatomische Untersuchung günstigeren Objekte diese Frage definitiv zu entscheiden. Bis dahin neige ich mich zu der oben schon vertretenen Ansicht, dass die Verhältnisse hier analog denjenigen der Asterien liegen, also ein ampullenförmiges Zwischenstück zwischen Steinkanal und Porenkanal vorhanden ist, wodurch deren Lumina in ununterbrochener Kommunikation stehen.

Nach SIMROTH[1] sollen bei Ophiactis virens Ausbuchtungen des »Herzens« in die Madreporenplatte eintreten und dort mit Ausbuchtungen des Steinkanals kommuniciren. Nach meinen auch auf Ophiactis virens ausgedehnten Untersuchungen muss ich zunächst konstatiren, dass unter den Ausbuchtungen des »Herzens«, von denen SIMROTH hier spricht, zum Theil auch Ausbuchtungen des Perihämalraumes des Herzens zu verstehen sind. Von der von SIMROTH behaupteten Kommunikation habe ich mich nicht überzeugen können und halte überhaupt nach meinen Erfahrungen die Ophiactis virens für ein zur Entscheidung dieser Frage sehr ungünstiges Objekt. Nach allen meinen bei den oben genannten Ophiuren angestellten Untersuchungen kann von einer Kommunikation zwischen dem Porenkanal und dem eigentlichen Herzen, wie wir es in dem Abschnitte über das Blutgefäßsystem

[1] l. c. p. 467.

kennen lernen werden, nicht die Rede sein. Nur darum kann es sich handeln, ob der Porenkanal der Madreporenplatte in den Perihämalraum des Herzens, d. h. also in einen Abschnitt der Leibeshöhle, hineinführt oder ob er durch Vermittelung eines ampullenähnlichen Zwischenstückes in alleiniger Verbindung mit dem Steinkanale steht; nach dem vorhin von Ophioglypha albida mitgetheilten Verhalten habe ich mich für die letztere Auffassung entscheiden zu müssen geglaubt.

Das, was Joh. Müller den Steinkanal der Ophiuren nannte[1], ist, wie zuerst von Simroth richtig erkannt worden ist[2], nicht der eigentliche Steinkanal. Letzterer liegt dem Herzgeflechte dicht an und wird mit ihm von dem Perihämalraume desselben umgeben. Simroth beschreibt auch das Epithel des Steinkanals; dass er dasselbe aber mit den Kalkringen im Steinkanale der Asterien vergleicht, kann ich mir nur durch die Annahme erklären, dass Simroth den letzteren nicht aus eigenen Untersuchungen kennt. Denn bei den Asterien[3] findet sich im Steinkanal ganz dieselbe Epithelform wie bei den Ophiuren, der Unterschied liegt darin, dass die bindegewebige Wand des Steinkanals bei ersteren verkalkt ist, bei letzteren aber nicht, so wie ferner darin, dass bei ersteren in mannigfacher Weise eine innere Oberflächenvergrößerung durch Faltenbildung etc. eingetreten ist, während bei den Ophiuren der Steinkanal immer nur ein einfaches gleich weites cylindrisches Rohr darstellt. Das innere Epithel des Steinkanals ist aber nicht nur bei Asterien und Ophiuren ganz gleichartig gebaut, sondern auch bei den Holothurien, Echinoideen und Crinoideen. Dasselbe findet sich in gleicher Gestalt, wenn wir die Porenkanäle der Madreporenplatte, die eine ganz ähnliche Zellenauskleidung besitzen, ausnehmen, in keinem einzigen anderen Organe des Echinodermenkörpers. Es ist so charakteristisch, dass man daran allein den Steinkanal in irgend einem beliebigen Echinodermenpräparate mit Sicherheit erkennen kann.

Teuscher[4] ist in der Erkenntnis des Steinkanals weit hinter Simroth zurückgeblieben. Bei ihm heißt »Steinkanal« ähnlich wie bei Joh. Müller der ganze aus dem eigentlichen Steinkanale, dem Herzgeflechte und dem umgebenden Perihämalraume gebildete Organkomplex. Was er den »Stiel des erdbeerförmigen, im Innern des Steinkanals gelegenen Körpers« nennt, ist der wirkliche Steinkanal; er beschreibt denselben als »ein

[1] J. Müller, Über den Bau der Echinodermen. 1854. p. 81—82. Taf. VI, Fi 10, 11. [2] Simroth, l. c. p. 455.

[3] Morphol. Studien an Echinodermen. I. p. 157. (Zeitschrift für wissensch. Zo l. Bd. XXX. 1877. p. 106.)

[4] R. Teuscher, Beiträge zur Anat. d. Echinodermen; II. Ophiuridae. Jenaische Ze schr. f. Naturw. X. 1876. p. 270. Taf. VIII, Fig. 10.

glashelles Rohr, im Innern mit einer dichten Zellenlage besetzt, die jedenfalls einen Kanal begrenzt« und vergleicht ihn ganz richtig mit dem »Centralkanal im Steinsack von Holothuria tubulosa«.

Da die Verbindungsstelle des Steinkanals mit dem Wassergefäßringe bis jetzt noch von Niemandem bei den Ophiuren beobachtet worden ist, so gebe ich in Fig. 4 eine Darstellung derselben. Das Präparat ist von Ophioglypha albida und zeigt auf das Klarste wie die dünne bindegewebige Wand des Steinkanals sich in die entsprechende Schicht des Wassergefäßringes unmittelbar fortsetzt, während das hohe Epithel des Steinkanals an der Übergangsstelle seine Beschaffenheit allmählich verliert und in die weit niedrigere Zellenauskleidung des Wassergefäßringes übergeht. Aus der für die Ophiuren durchaus konstanten, bis jetzt ohne jede Ausnahme dastehenden Beziehung der Mundschilder zum Wassergefäßsystem, die darin besteht, dass eines der Mundschilder zum Träger des Zuleitungsapparates des Wassergefäßsystems geworden ist, folgt, dass die Mundschilder den Oralplatten der Crinoïdeen homolog sind; denn die letzteren besitzen bei der Larve von Antedon rosacea, wie ich dies vor Kurzem gezeigt habe[1], dieselbe Beziehung zum Wassergefäßsysteme. Aus dem gleichen Grunde gehören auch die sog. Genitalplatten der Echinoideen und Asterien in dieselbe homologe Reihe von Skeletstücken. Bei Besprechung des Blutgefäßsystems werden wir noch einmal auf die Homologie der Mundschilder der Ophiuren mit den Genitalplatten der Echinoideen und Asterien zurückkommen und erkennen, dass diese Homologie auch durch die Beziehungen der genannten Skelettheile zum aboralen Blutgefäßringe gestützt wird.

Den schon von Joh. Müller[2], Simroth[3] und Teuscher[4] geschilderten Wassergefäßring kann man als hinlänglich bekannt betrachten. Hinzufügen möchte ich nur eines, dass die Muskulatur seiner Wandung nur schwach entwickelt ist; die einzelnen Muskelfasern verlaufen vorwiegend in circulärer Richtung. Um dem Leser die Anordnung des Wassergefäßringes und der damit in Zusammenhang stehenden Theile ins Gedächtnis zurückzurufen, wird die Fig. 5 genügen. Die Poli'schen Blasen, welche bei den Ophiuren bekanntlich zuerst von J. Müller[5] beobachtet wurden, besitzen bei Ophioglypha albida eine wohlentwickelte Ringmuskulatur. Ähnlich wie bei der genannten Ophiure fand

[1] Über den primären Steinkanal der Crinoïdeen etc. Morphologische Studie an Echinodermen. Bd. II. p. 84. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIV, 1880. p. 840.

[2] J. Müller, Über den Bau der Echinodermen. p. 78.

[3] Simroth, l. c. p. 458—455. [4] Teuscher, l. c. p. 270.

[5] J. Müller, l. c. p. 79. Taf. VI, Fig. 12.

ich auch bei Ophiacantha setosa in jedem Interradius mit Ausnahme desjenigen des Steinkanales eine Poli'sche Blase. Bei Ophiothrix fragilis hingegen sollen nach TEUSCHER[1] die Poli'schen Blasen gänzlich fehlen.

Bei Ophiactis virens entdeckte SIMROTH[2] zahlreiche röhrenförmige Schläuche, die in den verschiedensten Richtungen und Windungen die Leibeshöhle der Scheibe durchziehen. Er fand ferner, dass diese Schläuche aus den interradialen Bezirken des Wassergefäßringes entspringen und desswegen, so wie auch wegen ihres Baues, zum Wassergefäßsysteme zu rechnen seien. Dass sie an ihren freien Enden blind geschlossen sind, hat er zwar nicht sicher beobachtet, hält es aber für wahrscheinlich. Er nannte sie »die Wassergefäße der Bauchhöhle, vasa ambulacralia cavi« und stellte sie in eine Kategorie mit den POLI'schen Blasen und den TIEDEMANN'schen Körperchen[3]. Ich kann SIMROTH's Befunde nur bestätigen und hinzufügen, dass ich die blinde Endigung der Schläuche mit Bestimmtheit gesehen habe. Auch der Zusammenstellung dieser Anhangsgebilde des Wassergefäßringes der Ophiactis mit den POLI'schen Blasen pflichte ich bei; nur in der gleichzeitigen Vereinigung derselben mit den TIEDEMANN'schen Körperchen scheint mir SIMROTH ein wenig zu weit gegangen zu sein, denn die letzteren haben, wie aus ihrem Baue hervorgeht, eine andere funktionelle Bedeutung als die POLI-schen Blasen und die Schläuche der Ophiactis, wenn sie auch, gleich jenen, morphologisch nur Ausstülpungen des Wassergefäßringes darstellen. Bei den Holothurien finden sich bekanntlich[4] die verschiedenartigsten Modifikationen der POLI'schen Blasen sowohl hinsichtlich ihrer Form als auch ihrer Zahl; in ähnlicher Weise sind bei Ophiactis virens die den POLI'schen Blasen homologen Anhänge des Wassergefäßringes in großer Zahl vorhanden und theils kugelig, blasenförmig (= POLI'schen Blasen im engeren Sinne), theils von der Gestalt langgestreckter, cylindrischer Schläuche (= Wassergefäße der Bauchhöhle, SIMROTH).

Die zahlreichen schlauchförmigen POLI'schen Blasen der Ophiactis virens sind neuerdings von P. H. CARPENTER benutzt worden, um gegen die Homologie der von mir entdeckten Steinkanäle der Crinoideen mit denjenigen der übrigen Echinodermen zu polemisiren. Er hält jene Schläuche für homolog mit den von mir als Steinkanäle bezeichneten am Wassergefäßringe der Crinoideen anhängenden Kanälen; da sie bei Ophiactis blindgeschlossen seien und neben dem wahren

[1] R. TEUSCHER, l. c. p. 270. [2] SIMROTH, l. c. p. 456.
[3] SIMROTH, l. c. p. 460—462.
[4] Vergl. JOH. MÜLLER, Über den Bau der Echinodermen. p. 84. Taf. IX, Fig. 2, 5. (Die von SIMROTH p. 460 citirten Angaben GEGENBAUR's sind nur eine Reproduktion der J. MÜLLER'schen.)

Steinkanal existirten, so könnten sie bei den Crinoideen nicht als Steinkanäle aufgefasst werden[1]; dazu komme, dass er eben so wie Greeff sich nicht habe überzeugen können, dass die betreffenden Kanäle bei den Crinoideen offen in die Leibeshöhle münden. Letzteres ist aber thatsächlich dennoch der Fall, wie ich ausführlich beschrieben[2] und bei erneuerten Untersuchungen bestätigt gefunden habe. Oben habe ich schon auf den charakteristischen Bau, namentlich des inneren Epithels, der Steinkanäle der Echinodermen hingewiesen. Diesen Bau besitzen auch die Steinkanäle der Crinoideen, dagegen fehlt den Blindschläuchen am Wassergefäßringe der Ophiactis das typische Steinkanalepithel und sie schließen sich in ihrem Baue völlig den Poli'schen Blasen an. Dass P. H. Carpenter beide Gebilde dennoch für homolog erklären und folglich den Steinkanälen der Crinoideen ihre Bedeutung als solche absprechen will, kann ich mir nur allein auf die Weise verständlich machen, dass ich annehme, der genannte Forscher kenne die betreffenden Organe der Ophiactis virens nicht aus eigener Anschauung.

Vom Wassergefäßringe gehen auch die Zweige ab, welche das erste und zweite Füßchen, die sogenannten Mundfüßchen oder Mundtentakel versorgen. Bei Ophioglypha albida entspringen die Zweige zum ersten und zum zweiten Mundfüßchen nicht gesondert, sondern durch Vermittelung eines gemeinsamen Stammes aus dem Wassergefäßringe (vergl. Fig. 5). Dieser gemeinsame Stamm senkt sich sofort nach seinem Ursprunge in die Kalksubstanz des Mundeckstückes ein und theilt sich im Innern desselben in zwei Äste, von denen der eine, kürzere, das erste Mundfüßchen, der andere, längere, das zweite versorgt. Das gleiche Verhalten habe ich schon früher für Ophiarachna incrassata[3] und Astrophyton arborescens[4] beschrieben; Amphiura filiformis, Ophiacantha setosa, Ophniocnida brachiata, kurz alle von mir bis jetzt untersuchten Formen verhalten sich eben so. Auch bei Ophiactis virens beobachtete ich stets das gleiche Verhalten, während Simroth, mit dessen Angaben in Bezug auf das normale Verhalten ich ganz übereinstimme, eine interessante Abnormität zu konstatiren vermochte; in diesem abnormen Falle wurde das zweite Mundfüßchen vom radiären Wassergefäße gespeist[5]. Derartige Abnormitäten sind jedenfalls nicht häufig; bei allen den zahl-

[1] P. H. Carpenter, On the Apical and Oral Systems of the Echinodermata. Quart. Journ. Microsc. Science. Vol. XIX. 1879. p. 10—11 (des Separatadruckes).

[2] Morphol. Studien an Echinod. I. p. 47—48. p. 117. (Zeitschr. f. w. Zo[illegible] Bd. XXVIII, 1877. p. 301—302. Bd. XXIX, 1877. p. 68.)

[3] Morphol. Studien an Echinod. Bd. I. p. 256. Fig. 12. (Zeitschr. f. w. Z[illegible] Bd. XXXI, 1878. p. 361.)

[4] Morphol. Studien an Echinod. Bd. II. p. 11—12. (Zeitschr. f. w. Zool. [illegible] XXXII, 1879. p. 682—688.) [5] Simroth, l. c. p. 454.

reichen von mir untersuchten Ophiuren fand ich immer und ausnahmslos das vorhin als normal beschriebene Verhalten. Demnach bin ich der Meinung, dass die Verschiebung der Wassergefäßzweige zum ersten und zweiten Füßchen vom radiären Wassergefäße, von welchem alle anderen Füßchen versorgt werden, auf den Wassergefäßring und die gleichzeitige Vereinigung derselben zu einem gemeinschaftlichen Stamme eine allen Ophiuriden gemeinsame Einrichtung ist. Diese Verschiebung und Zusammendrängung steht offenbar in inniger Verbindung mit der hochgradigen Zusammendrängung, welche, wie ich früher gezeigt habe, die beiden ersten Wirbelsegmente des Armskeletes am Peristom der Ophiuriden erleiden.

Teuscher[1] hat die Behauptung ausgesprochen, Joh. Müller habe im Arme der Ophiuren das »Nervengefäß« (= radiärer Perihämalkanal) für das radiäre Wassergefäss gehalten, letzteres selbst aber übersehen. Eine nähere Begründung jener Behauptung vermisse ich bei Teuscher um so mehr als mir aus den betreffenden Angaben J. Müller's[2] hervorzugehen scheint, dass der letztere das radiäre Wassergefäß ganz richtig gekannt hat. Der letztgenannte Forscher hat auch schon die Seitenzweige des radiären Wassergefäßes, welche die Füßchen versorgen und deren Verlauf im Innern der Kalkmasse der Wirbel beschrieben[3]. Vor Teuscher haben auch Lange[4] und Simroth[5] das radiäre Wassergefäß und seine Zweige beschrieben. Am ausführlichsten und völlig mit meinen Beobachtungen übereinstimmend sind die Angaben Lange's; dieselben schildern den Bau der radiären Wassergefäße so zutreffend, dass ich mich mit dem einfachen Hinweise darauf begnügen kann; zum Überflusse habe ich auch noch in Fig. 7 eine übersichtliche Darstellung der Anordnung der Muskelfasern im radiären Wassergefäße und seinen Seitenzweigen gegeben. Es geht daraus wie auch aus den angeführten Beobachtungen von Lange hervor, dass auch die Ophiuren sich dem von mir früher[6] aufgestellten Satze fügen, der lautet, dass in den einzelnen Abschnitten des Wassergefäßsystems der Echinodermen Längsmuskelfasern und Ringmuskelfasern sich gegenseitig ausschließen.

Ein Ventilapparat an der Eintrittsstelle der Seitenzweige des radiären Wassergefäßsystems in die Füßchen, wie ihn Jourdain, Lange

[1] Teuscher, l. c. p. 269.

[2] Joh. Müller, Über die Ophiurenlarven des adriatischen Meeres. Berlin 1852. —2; und: Über den Bau d. Echinodermen. Berlin 1854. p. 52—53.

[3] l. c. Vergl. auch Ludwig: Beiträge zur Anat. der Ophiuren. Morphol. Studien Echinodermen. Bd. I. p. 246. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI, 1878. p. 351.)

[4] Lange, l. c. p. 249—250; und »Bemerkungen zum Beitrag zur Anatomie und tiologie der Asterien und Ophiuren.« Morphol. Jahrb. III. 1877. p. 449—450.

[5] Simroth, l. c. p. 452—453.

[6] Morphol. Stud. an Echinod. Bd. I. p. 85.

und ich bei den Asterien beschrieben haben [1], ist bis jetzt bei anderen Echinodermen noch nicht aufgefunden worden. Indessen scheint eine derartige taschenförmige Ventileinrichtung weit verbreitet zu sein. So will ich beiläufig erwähnen, dass ich eine ganz ähnliche Vorrichtung auch bei Sphaerechinus granularis gefunden habe. Unter den Ophiuren habe ich den Ventilapparat am genauesten bei Ophioglypha albida beobachtet, ohne damit sagen zu wollen, dass er nicht auch bei anderen Ophiuren eben so wohl entwickelt anzutreffen sei. LANGE sagt: ihm scheine bei Ophiura texturata (= Ophioglypha lacertosa) die Öffnung des Wassergefäßzweiges in das Füßchen »nur in einem schmalen Schlitz« zu bestehen. Bei Ophioglypha albida aber sieht man deutlich, dass die Ränder dieser auch hier schlitzförmigen Öffnung sich in das Lumen des Füßchens erheben und so zur Bildung zweier gruben- oder taschenförmigen Räume rechts und links von dem Schlitze beitragen. In Fig. 10 habe ich ein derartiges Ventil von Ophioglypha albida schematisch gezeichnet; die Figur stellt einen Schnitt durch das Ventil, quer zur Längsrichtung des Schlitzes dar; in Fig. 9 sieht man von dem Hohlraume des Füßchens her auf die schlitzförmige Öffnung; Fig. 8 stellt den in das Lumen des Füßchens ragenden freien Rand der schlitzförmigen Öffnung von der Seite gesehen dar. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass auch die Mundfüßchen der Ophiuren denselben Ventilapparat besitzen.

Bezüglich des Baues der Füßchen will ich hier nur auf die Angaben von SIMROTH [2] und TEUSCHER [3] verweisen; ein sorgfältiges Studium derselben an frischem Materiale scheint mir vorzugsweise geeignet um verschiedene Fragen der noch so sehr im Argen liegenden Histologie der Echinodermen einer Lösung näher zu führen. Da ich hoffe, dass mir die Gelegenheit wieder einige Zeit am Meere arbeiten zu können in Bälde gegeben sein wird, so gedenke ich dann auch den Bau der Füßchen näher zu untersuchen und unterlasse desshalb einstweilen die Mittheilung dessen, was ich an konservirtem Materiale darüber beobachtet habe. Ähnlich verhält es sich in Hinsicht auf den sogenannten Fühler am Ende des Armes [4] und den Inhalt des Wassergefäßsystems; Letzterer bedarf ganz besonders einer Untersuchung am lebenden Thiere.

Das Blutgefäßsystem.

Ähnlich dem Blutgefäßsystem der Asterien setzt sich auch dasjen[i]e der Ophiuren zusammen aus zwei Blutgefäßringen, einem beide Bl[u]-

[1] Morphol. Studien an Echinodermen. I. p. 164.

[2] l. c. p. 477—480. [3] l. c. p. 269.

[4] Vergl. R. GREEFF, Über die marine Fauna von Helgoland. Sitzungsber. [de]r Gesellsch. zur Beförd. d. gesammt. Naturw. zu Marburg. Febr. 1874. p. 31. An[m].

gefäßringe mit einander verbindenden Herzen, und den von den Blutgefäßringen ausgehenden Blutgefäßen zu einzelnen Organen. Von den beiden Blutgefäßringen umgiebt der eine den Mundeingang und wird desshalb als oraler Blutgefäßring bezeichnet; von ihm gehen fünf Stämme aus, welche, unmittelbar über den radiären Nerven liegend, die Arme durchziehen und rechts und links Seitenzweige zu den Füßchen abgeben. Der andere Blutgefäßring liegt bei den Asterien der dorsalen Wand der Scheibe angelagert und kann desshalb als dorsaler Blutgefäßring bezeichnet werden. Bei den Ophiuren aber liegt derselbe zum Theil im dorsalen und zum anderen Theil im ventralen Bezirke der Scheibe; es erweist sich hier also die Bezeichnung »dorsaler« Blutgefäßring als unzutreffend, wesshalb wir die Benennung »aboraler« Blutgefäßring vorziehen. Er steht durch das dem Steinkanal angelagerte Herzgeflecht mit dem oralen Blutgefäßringe in Verbindung und giebt, ähnlich wie bei den Asterien, Äste ab, welche die Genitalorgane versorgen. Von den hier aufgeführten Theilen des Blutgefäßsystems sind die beiden Blutgefäßringe und die zu den Genitalorganen gehenden Gefäße bis jetzt noch niemals beobachtet worden, während das radiäre Blutgefäß mit seinen Seitenzweigen von W. LANGE entdeckt worden und die erste, wenn auch unvollständige Kenntnis des Herzens auf J. MÜLLER zurückzuführen ist. Wir wollen die nähere Schilderung des Blutgefäßsystems mit dem bis jetzt am besten bekannten Theile, dem von W. LANGE zuerst beschriebenen r a d i ä r e n Blutgefäße, beginnen.

W. LANGE fand — und ich kann die Richtigkeit seiner Angaben nur bestätigen —, dass bei Ophioglypha texturata (= O. lacertosa) in der ganzen Länge der Arme unmittelbar über dem Nerven ein Gefäß (radiäres Bauchgefäß, LANGE) liegt, welches namentlich in der Nähe der Scheibe mitunter Erweiterungen besitzt, sonst aber allmählich sich verdünnend den ganzen Arm durchzieht und rechts und links von Armglied zu Armglied je einen Seitenzweig zu jedem Füßchen abgiebt; auch da, wo die Seitenzweige von dem Gefäßstamm abgehen, ist der letztere ein wenig angeschwollen[1]. In Fig. 11 habe ich das Verhalten des radiären Blutgefäßes und seiner Seitenzweige wiederzugeben versucht. Die Abbildung ist bei der Ansicht von der Ventralseite gezeichnet; der radiäre Nerv und seine Füßchenzweige, welche von der Ventralseite her das radiäre Gefäß d dessen Seitenäste verdecken, sind in der Zeichnung weggelassen. uerschnitte durch den Arm zeigen, dass das radiäre Gefäß immer dem rvenbande unmittelbar aufgelagert ist und dass eben so die zu den ßchen gehenden Zweige derselben den Zweigen des Nervenbandes

[1] W. LANGE, l. c. p. 265, 268. Taf. XVII, Fig. 12, 14 a, 14 b, 15, 18.

dicht aufliegen. Der feinere Bau des radiären Blutgefäßes ist mir nicht ganz klar geworden, eben so wie ich über die Natur seines Inhaltes keine erschöpfende Angabe zu machen im Stande bin. Letzterer nahm sich in meinen Präparaten stets wie ein feines, körniges Gerinnsel aus und färbte sich, eben so wie die Wandung des Gefäßes bei Hämatoxylinbehandlung sehr lebhaft. Der innere Hohlraum des Gefäßes scheint mir von feinen Fäden und Membranen unregelmäßig durchsetzt zu sein und so ein ähnliches maschiges Gefüge zu besitzen, wie ich das bei anderen Echinodermen beobachtet habe. Zu einer befriedigenden Einsicht in den Bau und den Inhalt der Blutgefäße sind hier eben so wie bei den anderen Echinodermen Untersuchungen an lebenden Thieren unbedingt erforderlich und wenn sie auch dort nicht sogleich zu einem sicheren Ergebnisse führen werden, so kann das nur daran liegen, dass überhaupt die Histologie der Echinodermen noch in gar vielen Beziehungen eine terra incognita ist.

Das erste und zweite Füßchenpaar eines jeden Armes, die sogenannten Mundfüßchen oder Mundtentakel, erhalten ihre Wassergefäßzweige nicht von dem radiären Wassergefäße, sondern von dem Wassergefäßringe. Für die Entscheidung der Frage, ob dieses Verhalten der Mundtentakel zu dem Wassergefäßringe ein ursprüngliches sei oder ob dasselbe durch die Annahme einer sekundären Lageverschiebung erklärt werden müsse, war es von Wichtigkeit die Beziehungen der Mundtentakel zu dem radiären Blutgefäße, so wie auch dem radiären Nerven festzustellen. Die darauf gerichtete Untersuchung ergab, dass die beiden Paare der Mundtentakel ihre Blutgefäße und Nerven nicht, analog dem Verhalten der Wassergefäße, von dem oralen Blutgefäßringe und dem Nervenringe erhalten, sondern von dem radiären Blutgefäße und dem radiären Nerven. Daraus scheint mir zweifellos hervorzugehen, dass auch die Wassergefäßzweige der Mundtentakel ursprünglich von dem radiären Wassergefäße ausgingen und erst später auf den Wassergefäßring verschoben worden sind; dieser Auffassung ist bereits oben bei der Schilderung des Wassergefäßsystems Ausdruck gegeben worden.

Über dem radiären Blutgefäße der Ophiuren liegt ein Hohlraum, welcher nach oben von dem radiären Wassergefäße und den Wirbeln des Armes begrenzt wird. Dieser Hohlraum, der keinem der früheren Beobachter entgangen, jedoch in verschiedener Weise gedeutet word[illegible] ist, entspricht seiner Lagerung nach dem radiären Perihämalkana[illegible] der Asterien. Er unterscheidet sich von letzterem allerdings dadur[illegible] dass er meistens nur einen einfachen Kanal darstellt, der nicht wie [illegible] den Asterien durch häutige Septen in kleinere Räume getheilt ist. [illegible]dessen fehlen auch bei den Ophiuren derartige Septenbildungen [illegible]

radiären Perihämalkanale nicht vollständig, wie mir aus den von SIMROTH für Ophiactis virens gemachten Angaben, die wir sogleich noch etwas näher zu besprechen haben werden, hervorzugehen scheint. In Fig. 18 ist der radiäre Perihämalkanal mit *rPH* bezeichnet; zugleich geht aus dieser Abbildung hervor, dass der genannte Kanal bei den Ophiuren in ähnlicher Weise wie bei den Asterien sich in den äußeren der beiden oralen Perihämalkanäle (*ePH*) fortsetzt.

Auch SIMROTH und TEUSCHER haben das radiäre Blutgefäß beobachtet. SIMROTH [1] unterscheidet am Arme von Ophiactis virens: 1) ein mittleres Armblutgefäß, 2) zwei seitliche Armblutgefäße. Das »mittlere Armblutgefäß«, welches er nur ausnahmsweise wahrzunehmen vermochte, möchte ich für identisch mit dem von LANGE und mir beobachteten radiären Blutgefäße halten. Die beiden »seitlichen Armblutgefäße« aber, welche SIMROTH unterscheidet, sind nichts Anderes als der durch ein vertikales Septum in zwei neben einander liegende Theile zerlegte radiäre Perihämalkanal. Sie gehören bei den Ophiuren eben so wenig wie die Perihämalräume der Asterien zum Blutgefäßsystem, sondern sind hier wie dort als eine Dependenz der Leibeshöhle zu betrachten. Indem sie seitlich die Füßchenbasen umgreifen, ergießen sie sich in die die Wirbelkörper umgebende enge Leibeshöhle der Arme.

Noch zahlreichere Gefäße als SIMROTH beschreibt TEUSCHER [2] am Arme der Ophiuren. Er zählt auf: 1) das Nervengefäß, 2) das Rückengefäß, 3) Verbindungsgefäße, 4) zwei Seitengefäße. Als »Nervengefäß« bezeichnet er den zwischen dem radiären Nerven und dem radiären Wassergefäße befindlichen Hohlraum, also denselben Hohlraum, den SIMROTH bei Ophiactis virens durch eine senkrecht gestellte Lamelle in zwei neben einander liegende Räume getheilt fand und als »seitliche Armblutgefäße« beschrieb; ich habe schon vorhin diesen Raum für den radiären Perihämalkanal erklärt. »Rückengefäß« nennt TEUSCHER den über den Wirbelkörpern gelegenen sehr verengten Theil der Leibeshöhle, welcher den ganzen Arm durchzieht und, wie TEUSCHER selbst angiebt [3], unmittelbar in die Leibeshöhle der Scheibe einmündet. Auch die von TEUSCHER als »Seitengefäße« unterschiedenen Räume rechts und links von den Wirbelkörpern der Arme, so wie die die Seitengefäße mit dem »Rückengefäße« und mit dem Nervengefäße vereinigenden »Verbindungsgefäße« sind nur Theile der Leibeshöhle des Armes. Und da auch der radiäre Perihämalkanal eigentlich nur ein Abschnitt der Leibeshöhle ist, so sind alle vier von TEUSCHER als Gefäße am Arme der Ophiuren beschriebenen Räume zusammengenommen nichts Anderes als Leibeshöhlenabschnitte; sie bilden

[1] SIMROTH, l. c. p. 464—465. Taf. XXXII, Fig. 16, 18, 21; Taf. XXXV, Fig. 39, 40, 41.
[2] TEUSCHER, l. c. p. 265—266. Taf. VIII, Fig. 1—5. [3] TEUSCHER, l. c. p. 268.

die Leibeshöhle des Armes und haben mit dem Blutgefäßsystem nur das Eine zu thun, dass der eine von ihnen zum radiären Blutgefäße in das Verhältnis eines Perihämalkanals getreten ist. Dennoch ist das wirkliche radiäre Blutgefäß von TEUSCHER nicht übersehen worden. Er beschreibt[1] unmittelbar über dem radiären Nerven »einen runden Strang«, dieser Strang »sendet in jedem Armgliede Zweige nach beiden Seiten, deren weiteren Verlauf ich nicht verfolgen konnte«. Weiterhin rechnet dann TEUSCHER diesen Strang, der nichts anderes ist als das radiäre Blutgefäß, irrthümlicherweise zum Nervensystem und schildert ihn mit folgenden Worten: »Der obere, runde Nervenstrang erscheint auf dem Querschnitte als aus zwei Theilen bestehend: einer hyalinen Hülle und einem zelligen Inhalt.«

Die radiären Blutgefäße nehmen wie bei den übrigen bis jetzt darauf untersuchten Echinodermen ihren Ursprung von einem Ringgefäße, welches den Mund umkreist. Dasselbe liegt bei Ophioglypha albida, wo ich mir dasselbe am klärsten zur Anschauung bringen konnte, dem Nervenringe unmittelbar an und verhält sich zu demselben ganz eben so wie das radiäre Blutgefäß zu dem radiären Nerven. Fig. 16 stellt die Stelle dar, an welcher sich das radiäre Blutgefäß mit dem oralen Blutgefäßringe verbindet; dicht an dieser Verbindung gehen von dem radiären Blutgefäße die Zweige ab, welche das erste Paar der Mundtentakel versorgen. Ferner wird aus der Fig. 16 und 18 die dichte Anlagerung des oralen Blutgefäßringes an den Nervenring ersichtlich. Nicht immer besitzt der orale Blutgefäßring eine drehrunde Gestalt, sondern ist häufig mit kleinen Ausbuchtungen besetzt. Was SIMROTH als »Blutgefäßring« beschrieben hat[2], ist ein dem Nervenringe und dem oralen Blutgefäßringe anliegender Hohlraum, der eine Fortsetzung des radiären Perihämalkanals darstellt und rings um den Mund einen perihämalen Ringkanal (Fig. 18 *ePH*) bildet. Auch der »Nervengefäßring«, dessen TEUSCHER[3] Erwähnung thut, ist mit diesem oralen, perihämalen Ringkanal identisch.

In demselben Interradius, in welchem vom Wassergefäßringe der Steinkanal abgeht, setzt sich der orale Blutgefäßring in Verbindung mit dem Herzen, welches dem Steinkanal dicht anliegend nach der Innenseite der Madreporenplatte verläuft. Das »Herz« ist bei den Ophiuren ganz ähnlich gebaut wie bei den Crinoideen[4] und Asterien[5], es besteht

[1] TEUSCHER, l. c. p. 273, 274, 275. Taf. VIII, Fig. 12, 13.

[2] SIMROTH, l. c. p. 466. Taf. XXXII, Fig. 19; Taf. XXXIII, Fig. 23, 24.

[3] TEUSCHER, l. c. p. 266.

[4] Morphol. Stud. an Echinod. Bd. I. p. 69, 74. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVII 1877. p. 323, 328.)

[5] Morphol. Stud. an Echinod. Bd. I. p. 169. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX 1877. p. 148.)

auch hier nur aus einer dichten Anhäufung zahlreicher geflechtartig mit einander verbundener Blutgefäße. Da wir an keiner anderen Stelle des Blutgefäßsystems eine so bedeutende Ansammlung von Blutgefäßen finden, so scheint mir auch hier bei den Ophiuren die Bezeichnung »Herz« oder »Herzgeflecht« nicht unpassend, vorausgesetzt, dass man damit keine bestimmte der Herzthätigkeit höherer Thiere entsprechende physiologische Vorstellung verbindet, sondern nur die Anschauung, dass wir es hier mit einem Centralorgan des Blutgefäßsystems zu thun haben. Vielleicht empfiehlt es sich, statt von einem »Herzen« oder »Herzgeflecht« der Echinodermen zu sprechen, die Benennung »Centralgeflecht« des Blutgefäßsystems zu gebrauchen. Der Verlauf dieses Organs ist ganz der gleiche wie derjenige des Steinkanals: es steigt an der aboralen Seite des die Mundeckstücke zweier benachbarten Radien mit einander verbindenden Muskels herab und endigt über der Innenseite der Madreporenplatte neben der Stelle, an welcher sich der Steinkanal mit der Madreporenplatte verbindet.

Die erste Wahrnehmung des Herzens der Ophiuren ist wohl von J. Müller gemacht worden; denn die »pulpöse Masse«, welche er »in der blasigen Erweiterung des Steinkanals« beobachtet hat[1], kann nur auf das Herz bezogen werden. J. Müller versteht nämlich, wie wir bei der Besprechung des Wassergefäßsystems gesehen haben, unter Steinkanal den ganzen aus dem wirklichen Steinkanal, dem Herzen und dem umgebenden Hohlraume bestehenden Organkomplex. Was Simroth als »Herz« bei Ophiactis virens beschreibt[2], ist zum Theil das wirkliche Herzgeflecht, zum Theil der umgebende Perihämalraum. Die Unbestimmtheit der Simroth'schen Angaben erklärt sich aus dem Mangel einer scharfen Unterscheidung zwischen Blutgefäßen und Perihämalräumen. Der »erdbeerförmige Körper, aus einer gelatinösen Masse bestehend, welche zahlreiche dunklere und konsistentere Körner enthält,« den Teuscher beschreibt[3], ist offenbar identisch mit dem Herzgeflecht, dessen Bedeutung Teuscher allerdings nicht erkannt hat.

Unmittelbar vor seiner Endigung steht das Herz in Zusammenhang mit dem aboralen Blutgefäßringe, den wir seiner eigenthümlichen Lagerung wegen genauer beschreiben müssen. Derselbe hat die Gestalt eines Ringes mit fünf tiefen nach dem Centrum des Ringes gerichteten Einbuchtungen. Wie aus der Fig. 12 ersichtlich ist, wird dadurch der ganze Ring in verschiedene Abschnitte zerlegt, als welche wir unterscheiden können: 1) fünf der Ringperipherie angehörende, nach außen konvexe Bogenstücke (aBl^3); 2) fünf Mal zwei ungefähr in der Rich-

[1] J. Müller, Über den Bau der Echinodermen. 1854. p. 82.
[2] Simroth, l. c. p. 466—467. [3] Teuscher, l. c. p. 270—271. Taf. VIII, Fig. 10.

tung von Radien nach dem Centrum des Ringes hinziehende Seitenstücke der fünf Einbuchtungen (aBl^2); 3) fünf in der Tiefe der Einbuchtungen gelegene, tangential gerichtete Stücke (aBl^1). Die sub 1) aufgeführten Abschnitte des aboralen Blutgefäßringes liegen im dorsalen Bereiche der Scheibe, nahe am Rande derselben und über dem Eintritte der Arme in die Scheibe. Sie sind der Scheibenwand von innen angelagert und verhalten sich zu ihr ganz eben so wie der dorsale Blutgefäßring der Asterien sich zum dorsalen Perisome derselben verhält. Von oben her werden sie schützend bedeckt von den Radialschildern. Rechts und links treten sie zwischen dem Radialschilde und dem dasselbe mit der Bursalspange verbindenden Adductormuskel (Fig. 14, 17 M^1)[1], hindurch, der genannte Muskel kommt also nach innen von ihnen zu liegen; alsdann biegen sie adoralwärts um und gehen in die sub 2) aufgeführten Seitenstücke der Einbuchtungen über. Gerade bevor sie um den Adductormuskel herumgehen, geben sie ein verhältnismäßig starkes Gefäß ab (Fig. 12, 14 *BlG*), welches an der Seite des in der Scheibe gelegenen Armabschnittes über der Bursalspange und in adoraler Richtung hinzieht und die dort befindlichen Genitalschläuche mit Blut versorgt. Dieses Genitalgefäß entspricht sowohl in seinem Ursprunge, als auch in der Richtung seines Verlaufes und in seiner Beziehung zu den Geschlechtsorganen dem Genitalgefäß der Asterien[2]. Hier wie dort haben wir zehn vom aboralen (= dorsalen) Blutgefäßringe in adoraler Richtung ausgehende und zu den Genitalorganen tretende Genitalgefäße.

Die Seitenstücke der fünf Einbuchtungen des dorsalen Blutgefäßringes verbleiben nicht, wie die peripheren unter 1) aufgeführten Stücke an der Innenseite der dorsalen Scheibenwand. Sie verlassen vielmehr merkwürdigerweise den dorsalen Scheibenbezirk und legen sich an die Innenseite des ventralen Perisoms. Hier verlaufen sie am abradialen[3] Rande der Bursae, bis zum Bursalrande der Mundschilder. Dort angekommen gehen sie in das sub 3) aufgeführte innere Stück der Einbuchtungen über, welches quer über das Mundschild zum gegenüber liegen-

[1] Der Adductormuskel, welcher die Bursalspange und das Radialschild einander zu nähern vermag, ist von L. AGASSIZ im Jahre 1839 bei den Euryaliden entdeckt, seither aber meines Wissens nicht wieder erwähnt worden. Er bildet zusammen mit dem am peripheren Ende des Radialschildes befestigten Abductor (Fig. 14 M^2) eine besondere Muskulatur der Bursalspalte, die wir passend als die bursale Muskulatur bezeichnen können. Vergl. L. AGASSIZ, Notice sur quelques points de l'organisati des Euryales, accompagnée de la description détaillée de l'espèce de la Méditerran Mém. de la société des scienc. natur. de Neuchâtel. T. II. 1839. p. 8.

[2] Morphol. Studien an Echinodermem. Bd. I. p. 180, 193. Fig. 25. (Zeitsc für wissensch. Z. l. Bd. XXX, 1877. p. 129, 142.)

[3] Vergl. über diesen Terminus: Morphol. Studien an Echinod. Bd. I. p. 2' (Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. XXXI, 1878. p. 379.)

den Bursalrande desselben seinen Weg nimmt und dann in das andere Seitenstück derselben Einbuchtung umbiegt. Beachtenswerth ist, dass die an der abradialen Seite einer jeden Bursa befindlichen Genitalschläuche nicht von dem Genitalgefäße versorgt werden, sondern von dem aboralen Blutgefäßringe selbst, und zwar von den Seitenstücken der Einbuchtungen desselben. Die Genitalschläuche inseriren sich nämlich mit ihren kurzen Ausführungsgängen, wie ich das früher geschildert habe, an die Bursalwandung in einer im Allgemeinen dem Rande der Bursalspalte parallelen Linie[1]. Das Seitenstück jeder Einbuchtung des aboralen Blutgefäßringes verläuft nun der Insertionslinie der an der abradialen Bursalwand ansitzenden Genitalschläuche entlang und bildet um jeden Genitalschlauch durch einen kurzen Seitenzweig einen Blutsinus.

Als ich in meiner früheren, die Anatomie der Ophiuren betreffenden Arbeit die Bemerkung machte[2]: »Die Blutsinus sämmtlicher Genitalschläuche stehen mit einander in Zusammenhang durch ein Gefäß, welches der Reihe der Insertionspunkte der Genitalschläuche entlang an der nach der Leibeshöhle schauenden Oberfläche der Bursa verläuft,« war mir der aborale Blutgefäßring noch nicht vollständig bekannt. Jener Passus muss jetzt genauer etwa folgendermaßen lauten: »Die Blutsinus der an der adradialen Seite der Bursa gelegenen Genitalschläuche stehen mit einander in Zusammenhang durch ein Gefäß, welches der Reihe ihrer Insertionspunkte entlang verläuft und von dem aboralen Blutgefäßringe herkommt; dasselbe ist dem Genitalgefäß der Asterien homolog. Die an der abradialen Bursalwand ansitzenden Genitalschläuche aber erhalten ihre Blutsinus von dem eingebuchteten Theile des aboralen Blutgefäßringes selbst, der an ihren Insertionspunkten vorbeizieht.«

Der am meisten mundwärts liegende Theil des aboralen Blutgefäßringes ist das innere Stück der Einbuchtungen. Dasselbe hat, wie schon angegeben, seine Lage dicht über dem Mundschilde, über welches es in querer Richtung verläuft. In demjenigen Interradius, dessen Mundschild zur Madreporenplatte umgebildet ist, verbindet sich das in Rede stehende Stück des aboralen Blutgefäßringes mit dem Herzgeflecht und durch dieses mit dem oralen Blutgefäßringe.

Fig. 12 giebt einen schematischen Überblick über die hier geschilderte Anordnung des Blutgefäßsystems der Ophiuren. In den Umriss der Scheibe und der Arme sind die Blutgefäße durch rothe Linien eingetragen. Die radiären Blutgefäße und ihre Seitenzweige, welche bei der

[1] Morphol. Studien an Echinodermen. Bd. I. p. 274—275. Fig. 21, 22. (Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XXXI, 1878. p. 379—380.)

[2] Morphologische Studien an Echinodermen. Bd. I. p. 276. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI, 1878. p. 381.)

Ansicht von der Dorsalseite, in der das Schema gedacht ist, nicht sichtbar sind, sind durch unterbrochene Linien angedeutet.

Auch dem aboralen Blutgefäßringe fehlt der umhüllende Perihämalkanal nicht. Am leichtesten lässt sich derselbe an dem über den Mundschildern gelegenen Theile nachweisen (Fig. 13). Er ist wie bei den Asterien so auch bei den Ophiuren eine Fortsetzung des Steinkanal und Herz umgebenden Raumes. Bezüglich des feineren Baues besitzt der aborale Blutgefäßring der Ophiuren, wenigstens bei geschlechtlich entwickelten Individuen, eine Eigenthümlichkeit, die besonders hervorgehoben zu werden verdient. Er beherbergt nämlich in seinem Innern einen zelligen Strang, der durch feine Fäden frei im Innern des Blutgefäßes aufgehängt ist. Wie ein Vergleich der Fig. 15 mit der Abbildung, welche ich früher von dem Genitalstrange im Arme der Crinoideen gegeben habe[1], ohne Weiteres lehrt, haben wir in beiden Fällen ganz ähnliche Verhältnisse: Ein zelliger Strang wird allseitig umgeben von einem Blutgefäße und dieses wieder wird umgeben von einem Perihämalkanal. Bei den Crinoideen habe ich den zelligen Strang als den eigentlichen Genitalstrang bezeichnet, weil er sich unmittelbar in die Geschlechtsorgane fortsetzt und letztere gleichsam die Früchte sind, die an ihm als dem Stamme anhängen. Bei den Ophiuren verhält sich der innere Strang des aboralen Blutgefäßringes ganz eben so zu den einzelnen Genitalschläuchen. Auch hier ist der Eier oder Samen erzeugende innere Theil der Genitalschläuche ein Anhangsgebilde jenes Stranges und eben so wie bei den Crinoideen kann man auch bei den Ophiuren die Zellen des Genitalstranges als sterile Ei- oder Samenbildungszellen betrachten. Der Genitalstrang liegt in beiden Fällen im Innern eines Blutgefäßes, das selbst wieder von einem Hohlraum umschlossen ist. Diesen Hohlraum nannte ich früher bei den Crinoideen Genitalkanal. Wie aus seiner Beziehung zu dem Genitalgefäß hervorgeht, kann er auch als Perihämalkanal bezeichnet werden. Dass ich diese Bezeichnung nicht schon damals gebraucht habe, liegt nur daran, dass ich den Begriff der Perihämalräume erst später, bei Gelegenheit der Untersuchung der Asterien, eingeführt habe[2].

Die eigenthümliche Form und Lagerung des aboralen Blutgefäßringes der Ophiuren ist für die vergleichende Anatomie der Echinodermen von hoher Bedeutung. Zunächst kann nicht bezweifelt werden, dass er dem dorsalen Blutgefäßringe der Asterien und Echinoideen homolog ist; s

[1] Morphologische Studien an Echinod. Bd. I. p. 80—82. Fig. 13, 14, 15. (Z[illegible]schrift f. wissensch. Zool. Bd. XXVIII, p. 284—286.)

[2] Morphologische Studien an Echinod. Bd. I. p. 174 sqq. (Zeitschr. f. wissens[illegible]. Zool. Bd. XXX, 1877. p. 128.)

geht das aus seiner Beziehung zum Herzen und zu den Generationsorganen mit aller Sicherheit hervor. Nun aber hat der dorsale Blutgefäßring bei den Asterien eben so wohl als bei den Echinoideen eine ganz bestimmte Lagebeziehung zu den Skelettheilen der Körperwand; bei den Echinoideen liegt er unter, d. h. nach innen von den fünf Genitalplatten des Apex, von denen eine, oder bei exocyclischen Formen mehrere oder alle, zur Madreporenplatte umgebildet ist; bei den Asteriden sind es dieselben fünf Platten, welche den dorsalen Blutgefäßring überdecken und von denen eine zur Madreporenplatte geworden ist. Die Genitalplatten der Echinoideen und Asterien bezeichnen also nicht nur die Lage der Ausführungsöffnungen der Generationsorgane und der Einfuhröffnungen des Wassergefäßsystems, sondern auch die Lage des dorsalen Blutgefäßringes. Es fragt sich nun, ob auch bei den Ophiuren eine ähnliche Lagebeziehung zwischen dem aboralen Blutgefäßringe und fünf bestimmten interradiären Skeletplatten vorhanden ist? In der That ist dies der Fall. Die Mundschilder der Ophiuren verhalten sich zum aboralen Blutgefäßringe eben so wie die Genitalplatten der Echinoideen und Asterien und eben so wie bei den letztgenannten Echinodermen die Genitalplatten zugleich in den Dienst des Wassergefäßsystems treten, indem eine oder mehrere von ihnen zu Madreporenplatten werden, so ist auch bei den Ophiuren eines der Mundschilder zur Madreporenplatte umgestaltet. Um die Übereinstimmung zwischen den Mundschildern der Ophiuren und den Genitalplatten der Echinoideen zu einer ganz vollständigen zu machen, wäre nur noch nöthig, dass die Mundschilder auch noch die Geschlechtsöffnungen trügen. Das ist nun allerdings, so weit bis jetzt bekannt, nirgends bei den Ophiuren der Fall. Indessen stört das die Homologie, die nach Obigem zweifellos zwischen den Mundschildern der Ophiuren und den Genitalplatten der Echinoideen und Asterien besteht, durchaus nicht. Denn auch bei den beiden letzteren Gruppen kommen Fälle vor, in denen die Genitalplatten ohne Zusammenhang mit den Genitalöffnungen sind. So liegen z. B. bei Clypeaster rosaceus L. die Genitalöffnungen nicht in den Genitalplatten, sondern zwischen den Plattenreihen der Interambulacren und bei Asterina gibbosa Forb. zeigte ich, dass die Genitalöffnungen eine ähnliche Verschiebung erfahren haben [1].

Das Nervensystem.

Die Entdeckung des Nervensystems der Ophiuren ist auf Joh. Müller zurückzuführen. Derselbe beschrieb in Kürze sowohl den den Mund

[1] Morphol. Stud. an Echinod. Bd. I. p. 290—295. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXXI, 1878. p. 395—400.)

umkreisenden Nervenring[1] als auch die fünf davon ausstrahlenden radiären Nerven[2]. Genaue und eingehende Schilderungen des Nervensystems aber sind erst in den letzten Jahren veröffentlicht worden und zwar von LANGE, SIMROTH und TEUSCHER.

Betrachten wir zunächst den radiären Nerven. JOH. MÜLLER beschreibt ihn als ein über den Ventralplatten der Arme gelegenes Längsband. LANGE[3] aber ist anderer Ansicht über die Natur dieses Bandes; er rechnet dasselbe zum Integumente und ist der Meinung, dass der eigentliche Nerv in Gestalt eines Ganglienstranges der dorsalen Oberfläche jenes Bandes aufgelagert sei. Die beiden anderen neueren Beobachter, SIMROTH[4] und TEUSCHER[5], haben sich dieser Ansicht von LANGE nicht angeschlossen, sondern vertheidigen die schon von JOH. MÜLLER vertretene Auffassung, dass jenes Band selbst den Nerven darstelle; ich will gleich hier bemerken, dass mich meine eigenen Untersuchungen zu dem gleichen Resultate geführt haben.

Der radiäre Nerv stellt nach den übereinstimmenden Befunden von SIMROTH, TEUSCHER und mir ein über den Ventralplatten der Arme gelegenes Band dar, welches auf Querschnitten zwei Hauptschichten erkennen lässt, eine äußere, den Ventralplatten des Armes zugekehrte, deutlich zellige Schicht, und eine innere, dem radiären Perihämalkanal zugewendete, aus feinen Längsfasern bestehende Schicht. Eben so lautet die Beschreibung von LANGE, nur mit dem schon angedeuteten Unterschiede, dass er das Band nicht als Nerv auffasst. Den LANGE'schen »Nerven« wollen wir nachher näher betrachten. SIMROTH beschreibt am radiären Nerven der Ophiactis virens je einem Armglied entsprechend ganglionäre Verdickungen. Ich habe vergeblich versucht mir davon bei der genannten Ophiure eine klare Anschauung zu verschaffen und habe auch bei den anderen Ophiuren nichts derartiges zu beobachten vermocht. Auf dem Querschnitte durch den radiären Nerven unterscheidet SIMROTH fünf Abschnitte oder Gruppen der Fasermasse[6]. Ähnliche Verhältnisse habe ich auch bei Amphiura filiformis beobachtet, bei anderen Formen indessen vermisst, so dass ich darin keine allgemeine Einrichtung der Ophiuren erkennen kann. Auffallend bleibt, dass in den angeführten beiden Fällen die Faserschicht des Nervenbandes durch symmetrisch ausgebildete Einbuchtungen ihrer an die Zellenschicht an-

[1] Über den Bau der Echinodermen. 1854. p. 79. [2] l. c. p. 52—53.

[3] LANGE, l. c. p. 264—269 und: Bemerkungen zum Beitrag zur Anatomie u Histiologie der Asterien u. Ophiuren. Morphol. Jahrb. III. p. 451—452.

[4] SIMROTH, l. c. p. 471—472 und: Nachtrag zur Anatomie der Ophiactis viren Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXVII. p. 457—458.

[5] TEUSCHER, l. c. p. 273—275. [6] Vergl. namentl. SIMROTH's Fig. 16 u. 40.

stoßenden Oberfläche auf dem Querschnitte den Eindruck macht, als sei sie aus mehreren dicht zusammengedrängten Faserbündeln zusammengesetzt. Jedenfalls aber dürfte der Vergleich, den SIMROTH zwischen diesen anscheinenden Fasergruppen und den von SEMPER[1] am radiären Nerven der Holothurien angeführten Bestandtheilen versucht hat, einer näheren Untersuchung gegenüber sich nicht durchführen lassen.

TEUSCHER hat auch das über dem Nerven gelegene radiäre Blutgefäß für einen Theil des Nerven gehalten und als runden Nervenstrang beschrieben; diese Auffassung ist, wie ich schon bei Besprechung des Blutgefäßsystems bemerkt habe, durchaus irrig.

Bei den Asterien fand LANGE eine der dorsalen Fläche des radiären Nerven aufgelagerte Zellenschicht, welche er als den eigentlichen Nerven deutete. Die Gründe, welche mir gegen diese Ansicht LANGE's zu sprechen scheinen, habe ich in den Beiträgen zur Anatomie der Asterien[2] aus einander gesetzt. Bei den Ophiuren ist die Streitfrage eine ganz ähnliche. Auch hier entdeckte LANGE über dem Nervenbande zellige und faserige Elemente, welche er sowohl wegen ihrer Form als auch wegen ihrer eigenthümlichen Anordnung als das wahre Nervensystem des Armes in Anspruch nimmt. Rechts und links vom radiären Blutgefäß und adoralwärts von dessen zu den Füßchen tretenden Seitenästen liegt nach LANGE ein Zellenhaufen, »Ganglion«; die einzelnen Ganglienpaare sollen durch Längskommissuren und Querkommissuren in Zusammenhang stehen. Was zunächst die von LANGE als Ganglien bezeichneten Zellenanhäufungen an der dorsalen Seite des Nervenbandes angeht, so habe ich dieselben bei Ophioglypha lacertosa und O. albida deutlich beobachten können, fand sie aber niemals so bestimmt und gleichmäßig begrenzt, wie LANGE es in seiner Abbildung zeichnet. Ähnliche Zellen, wie sie in den fraglichen »Ganglien« vorkommen, finden sich in mehr zerstreuter Anordnung auf der ganzen dorsalen Seite des Nervenbandes und rings um die zu den Muskeln und Füßchen tretenden Seitenästen des Nervenbandes. Die aus Fasern bestehenden Längskommissuren kann ich als besondere, dem radiären Nervenbande aufgelagerte Gebilde nicht gelten lassen. Dazu kommt, dass LANGE selbst ihr Vorhandensein nicht unzweifelhaft erweisen konnte und später, in seiner gegen TEUSCHER gerichteten Polemik, erklärt hat, seine Längskommissuren könnten auch feinere Muskelnerven sein. Nicht besser steht es mit den Querkommissuren. Auch sie lassen sich nicht mit Bestimmt-

[1] SEMPER, Reisen im Archipel der Philippinen. II, 1. Holothurien. Leipzig 1868. p. 147—148. Taf. XXXVIII, Fig. 2, 5.

[2] Morphol. Studien an Echinod. Bd. I. p. 190—191. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXX, 1877. p. 139—140.)

heit als etwas von ihrer bindegewebigen Unterlage Verschiedenes nachweisen und LANGE selbst »vermag nicht zu entscheiden, wie viel von ihnen Nervenfaser, wie viel Bindegewebe sei«. Wir sehen, auf welch' schwankendem Grunde die LANGE'sche Ansicht des Nervensystems aufgebaut ist, und noch bedenklicher wird man gegen dieselbe, wenn man seine Bemerkung liest, dass die Bilder, die er von Ophiura (= Ophioglypha) albida und Ophioscolex glacialis erhalten, seine »oben dargelegte Abgrenzung des Nervensystems weniger stützen als die Präparate von Ophiura texturata«. LANGE beruft sich ferner darauf, dass die zu den Zwischenwirbelmuskeln gehenden Nerven einzig und allein aus den von ihm als Ganglien gedeuteten Zellenanhäufungen, nicht aber aus dem darunter gelegenen Nervenbande ihren Ursprung nehmen. Dieser Angabe LANGE's muss ich mit aller Bestimmtheit widersprechen, ich konnte die Fasern der Muskelnerven mit aller wünschenswerthen Sicherheit bis in das Nervenband verfolgen und eben so verhalten sich die zu den Füßchen tretenden Nerven.

Demnach scheint mir bei den Ophiuren eben so wenig wie bei den Asterien ein hinreichender Grund vorzuliegen, die LANGE'sche Deutung zu acceptiren. Auch bei den Ophiuren sehe ich in den »Ganglien« LANGE's nur dichtere Ansammlungen der den radiären Perihämalkanal auskleidenden Zellen und seine »Kommissuren« halte ich für Bestandtheile der bindegewebigen Membran, welche den radiären Nerven von dem radiären Perihämalkanal trennt.

Von dem radiären Nerven gehen Seitenzweige zu den Füßchen, die Füßchennerven, und andere Zweige zu den Zwischenwirbelmuskeln, die Muskelnerven, ab. Die Ersteren verlaufen unmittelbar unter den Seitenästen, welche das radiäre Blutgefäß zu den Füßchen abgiebt, und liegen mit jenen zusammen in den, zuerst von JOH. MÜLLER erwähnten, für sie bestimmten, feinen Rinnen an der Ventralseite der Wirbel. Die Letzteren durchsetzen adoralwärts von den Wassergefäßzweigen der Füßchen die Kalkmasse der Wirbel um zu den von ihnen innervirten Muskeln zu gelangen. Der genauere Verlauf der Füßchennerven und Muskelnerven ist bei Gelegenheit der Schilderung der Wirbel[1] von mir besprochen worden, so dass ich an dieser Stelle nicht länger dabei zu verweilen brauche. Dass die beiden Mundfüßchenpaare ihre Nervenzweige nicht vom Nervenringe, sondern vom radiären Nerven beziehen, ist schon bei der Schilderung des Blutgefäßsystems erwähnt worden; der Nervenzweig und das Blutgefäß zum zweiten Mundfüßchen [illegible]nd auch niemals mit dem Nervenzweige und dem Blutgefäße zum er[illegible]en

[1] Morphol. Stud. an Echinod. Bd. I. p. 245—246. Fig. 7. (Zeitschr. f. wiss[illegible]ch. Zool. Bd. XXXI, 1878. p. 350—351.)

Mundfüßchen in der Nähe ihres Ursprunges zu einem gemeinsamen Stammstück vereinigt, sondern entspringen gesondert von einander, unterscheiden sich also auch darin von den Wassergefäßen des ersten und zweiten Füßchens, welche mit gemeinsamem Stammstücke entspringen.

Noch spärlicher als über den radiären Nerven sind die in der Litteratur vorhandenen Mittheilungen über den Nervenring. Seit seiner Entdeckung durch J. Müller ist derselbe eigentlich nur von Simroth[1] bei Ophiactis virens genauer studirt worden. Bei Teuscher finden wir denselben zwar in den Abbildungen angegeben, jedoch im Texte nicht näher besprochen. Seine Zusammensetzung ist ganz übereinstimmend mit derjenigen des radiären Nerven, wie jener besteht er aus einer äußeren Zellenschicht und einer inneren Faserschicht. Die Fasern der Faserschicht verlaufen in der Richtung der von dem Nervenringe beschriebenen Kreisbahn, sind also Längsfasern; sie sind unmittelbare Fortsetzungen der Längsfasern der radiären Nerven. Nach außen ist der Nervenring von einer dünnen Integumentschicht überdeckt, welche eine unmittelbare Fortsetzung der die Bauchplatten der Arme enthaltenden Integumentschicht ist. Nach innen grenzt der Nervenring an den ihm dicht anliegenden oralen Blutgefäßring und an einen Hohlraum, den Teuscher als Nervengefäßring bezeichnete.

Dieser Hohlraum (vergl. Fig. 18) ist eine Fortsetzung des radiären Perihämalkanals und verhält sich in seiner Lagerung zum Nervenringe und oralen Blutgefäßringe ganz ähnlich wie der äußere perihämale Ringkanal am Peristome der Asterien; wir können denselben also auch bei den Ophiuren als den äußeren oralen Perihämalkanal bezeichnen. Derselbe ist identisch mit dem Hohlraume, den Simroth bei Ophiactis virens als oralen Blutgefäßring beschrieb. Über ihm, und durch eine bindegewebige Lamelle von ihm getrennt, findet sich ein zweiter den Mund umkreisender Ringkanal (Fig. 18 *iPH*), welcher ein weit größeres Lumen besitzt und nach der Mundöffnung hin durch die Wand der kreisförmigen Lippe des Mundes, gegen die Leibeshöhle hin aber durch ein besonderes Septum (Fig. 18 *S*) abgeschlossen wird. Teuscher hat auch diesen Hohlraum schon beobachtet und als »Lippenhohlraum« beschrieben[2], während ich denselben bei Simroth nirgends erwähnt finde. Dass derselbe in letzter Instanz als ein Theil der Leibeshöhle zu betrachten ist, hat Teuscher gleichfalls richtig erkannt, doch ist ihm die Homologie mit dem inneren oralen Perihämalkanale der Asterien verborgen geblieben. Vergleicht man die Anordnung der hier in Be-

[1] Simroth, l. c. p. 471. [2] Teuscher, l. c. p. 277.

tracht kommenden Organe am Peristom der Asterien und Ophiuren, so leuchtet ein, dass die Differenz in den beiden oralen Perihämalkanälen beider Echinodermengruppen wesentlich nur darin besteht, dass die sie trennende bindegewebige Membran bei den Ophiuren stärker verdickt ist und in den interradialen Bezirken die zu den Peristomalplatten umgebildeten ersten Ambulacralplatten theilweise in sich aufnimmt. Der innere orale Perihämalkanal ist zwar bei den Ophiuren verhältnismäßig viel geräumiger als bei den Asterien, in beiden Fällen aber entspringt das ihn von der Leibeshöhle abschließende Septum an der der Leibeshöhle zugekehrten Seite des Wassergefäßringes[1].

Außer den bis jetzt beschriebenen Theilen des Nervensystems, die alle schon meinen Vorgängern mehr oder weniger bekannt waren, ist es mir gelungen noch fünf Paare von Nerven aufzufinden, welche bislang sich der Kenntnis gänzlich entzogen hatten. Es sind das die Nerven, welche die für die Ophiuren so charakteristischen Bursae versorgen; ich will sie dessbalb als Bursalnerven bezeichnen. Wie Fig. 6 zeigt, entspringen die Bursalnerven vom radiären Nerven und zwar aboralwärts von dem Ursprunge des zum zweiten Mundfüßchen gehenden Nervenzweiges. Von hier aus zieht der Bursalnerv, indem er an der aboralen Seite des genannten Füßchens vorbeiläuft, nach der nächstbenachbarten Bursalspalte; er umgreift den adoralen Winkel der Bursalspalte und gelangt so an die abradiale Seite der Bursalspalte, immer dicht unter dem Integumente gelegen. Weiterhin vermochte ich denselben nicht zu verfolgen, so dass ich nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob er einzig und allein die Bursa innervirt oder ob er auch Nervenzweige für die Generationsorgane abgiebt. Seinem Baue nach verhält sich der Bursalnerv ganz übereinstimmend mit den vom radiären Nerven abgehenden Füßchennerven und Muskelnerven; er ist nur wenig schwächer als der Nerv des zweiten Mundfüßchens.

So viel über das Nervensystem der Ophiuren. Auch hier ist für spätere Untersuchungen noch ein reiches und dankbares Feld offen. Namentlich die histologischen Verhältnisse versprechen hier wie überhaupt bei den Echinodermen eine Fülle interessanter Ergebnisse und werden die Mühen des Forschers sicherlich lohnen. Es bedarf vielleicht einer Art von Entschuldigung, dass ich in den vorstehenden Mittheilungen, wie auch in meinen seitherigen Arbeiten über Echinodermen, es möglichst vermieden habe in histologisches Detail einzugehen. Der Grund dafür liegt darin, dass die Zielpunkte meiner Untersuchungen zunächst und vor allen histologischen Detailstudien ein Eindringen in

[1] Vergl. Fig. 18 und Morphol. Stud. an Echinod. Bd. I. Holzschnitt, p. 1; Fig. 20. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXX, 1877. p. 120. Taf. VI, Fig. 20.

die allgemeineren morphologischen Verhältnisse des ausgebildeten und des sich entwickelnden Echinodermenkörpers verlangen. Wo es noch so viel zu thun giebt, wie bei den Echinodermen, kommt man nicht weit, wenn man Alles auf einmal thun will. Sind erst die einzelnen Organe in ihrer Form, Anordnung und gegenseitigen Lagebeziehung, in ihrer Entstehung und Umbildung und damit der Gesammtbau des Thierse dem Verständnis näher gerückt, dann werde ich mir auch die Zeit nehmen können, auf den feineren Bau der Gewebe und Organe ausführlicher als bisher einzugehen. Noch erwünschter aber wäre es, wenn das Gebiet der Echinodermen auch von anderen Forschern in umfassenderem Maße als es bisher geschehen ist, in Angriff genommen würde.

Schließlich noch einige Worte über das perihämale Kanalsystem der Ophiuren, dessen einzelne Bestandtheile wir schon gelegentlich kennen gelernt haben. Im Großen und Ganzen ist dasselbe ähnlich angeordnet wie bei den Asterien. Wir haben auch hier einen inneren und einen äußeren perihämalen Ringkanal, von welchen der Letztere die radiären Perihämalkanäle abgiebt, während Ersterer sich in den Perihämalraum des Herzens fortsetzt. Der Perihämalraum des Herzens (*L*, Fig. 1, 2, 3) steht, wie bei den Asterien, in Verbindung mit dem Perihämalkanale des aboralen Blutgefäßringes. Die radiären Perihämalkanäle stehen an den Seiten der Wirbel durch die von Teuscher als »Verbindungsgefäße« bezeichneten Räume in Zusammenhang mit der Leibeshöhle des Armes. Durch diesen Zusammenhang wird bewiesen, dass die perihämalen Räume der Ophiuren eben so wohl wie diejenigen der Asterien in letzter Instanz als Abschnitte der Leibeshöhle betrachtet werden müssen. Von dem äußeren oralen Perihämalkanal gehen auch die fünf Räume aus, von welchen je einer adoralwärts von dem Muscus lus interradialis externus jeder Mundecke liegt und von Teuscher[1] al- Canalis interradialis bezeichnet worden ist. Die »dünne, häutige und sehr permeable Scheidewand«, welche nach Teuscher den Canalis interradialis von dem äußeren oralen Perihämalkanal trennen soll, ist nicht vorhanden; wohl aber ist der Canalis interradialis auch bei Ophiothrix, wo Teuscher eine direkte Kommunikation desselben mit der Außenwelt behauptet, durch das Integument von der Außenwelt abgeschlossen. Dass bei den übrigen Ophiuren gleichfalls keine derartige Verbindung mit der Außenwelt besteht, sondern dass bei ihnen, wie es nach meinen Untersuchungen auch bei Ophiothrix der Fall ist, der Canalis interradialis an der ventralen Seite des Musculus interradialis externus mit der Leibeshöhle in offenem Zusammenhang steht, wird auch von Teuscher

[1] Teuscher, l. c. p. 267. Taf. VIII, Fig. 6, 9 *cir*.

richtig angegeben. Der Hauptunterschied des perihämalen Kanalsystems bei Ophiuren und Asterien besteht darin, dass sich bei den Ophiuren ein damit in Verbindung stehendes Hautkanalsystem nicht ausgebildet hat, wenigstens bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnte; in so fern sind die Ophiuren weniger hoch differenzirt als die Asterien; im Übrigen aber stimmt das perihämale Kanalsystem der Ophiuren und Asterien in allen wesentlichen Punkten überein.

Übersicht der Ergebnisse.

1) Der von J. Müller und Le Conte entdeckte Porus der Madre porenplatte der Ophiuren führt in einen nach den Arten und nach den Altersstadien verschiedenartig geformten Kanal, den Porenkanal, der höchst wahrscheinlich einzig und allein mit dem Steinkanal in Verbindung steht.

2) Die Verbindung zwischen Porenkanal und Steinkanal besteht, ähnlich wie bei den Asterien, in einem ampullenförmigen Zwischenstück.

3) Das, was J. Müller als Steinkanal der Ophiuren beschrieb, ist der aus dem wahren Steinkanal, dem Herzgeflecht und dem umgebenden Perihämalraum gebildete Organkomplex. Der wahre Steinkanal ist zuerst von Simroth richtig und scharf unterschieden worden; Teuscher hat denselben nur unvollständig beobachtet und falsch gedeutet.

4) Die von Simroth beschriebenen »vasa ambulacralia cavi« der Ophiactis virens sind Homologa der Poli'schen Blasen und haben mit den Steinkanälen der Crinoideen, denen P. H. Carpenter sie vergleichen will, nichts zu schaffen.

5) Die Versorgung der beiden Paare der Mundfüßchen vom Wassergefäßringe aus ist eine den Ophiuren gemeinsame Eigenthümlichkeit und muss phylogenetisch als eine sekundäre Einrichtung aufgefasst werden.

6) Der Ventilapparat an der Eintrittsstelle des Wassergefäßzweiges in das zugehörige Füßchen findet sich nicht nur bei den Asterien, sondern auch bei den Ophiuren und Echiniden.

7) Das Blutgefäßsystem der Ophiuren besteht aus denselben Hauptabschnitten wie dasjenige der Asterien.

8) Von den beiden, bis jetzt ganz unbekannt gewesenen Blutgefäßringen zeichnet sich der aborale durch seine eigenthümliche Form und Anordnung aus, während der orale sich nicht wesentlich von dem der Asterien unterscheidet.

9) Das beide Blutgefäßringe mit einander verbindende Herz- oder Centralgeflecht ist bisher nur unvollständig durch J. Müller, Simroth und Teuscher bekannt gewesen; in Bau, Lage und Verbindung stimmt es völlig mit dem der Asterien überein.

10) Die von LANGE entdeckten und richtig aufgefassten radiären Blutgefäße sind von SIMROTH mit Perihämalräumen zusammengeworfen, von TEUSCHER sogar als Nerven gedeutet worden.

11) Aus den Beziehungen zum Wassergefäßsystem und zum Blutgefäßsystem folgt, dass die Mundschilder der Ophiuren den Oralplatten der Crinoideen und den Genitalplatten der Echinoideen und Asterien homolog sind.

12) Die Ophiuren besitzen ähnlich wie die Crinoideen einen im Innern von Blutgefäßen gelegenen Genitalstrang, an welchem die einzelnen Geschlechtsschläuche ansitzen.

13) Die von LANGE vertretene Auffassung des Nervensytems im Arme der Ophiuren ist eine irrthümliche.

14) Zu jeder der zehn Bursae der Ophiuren geht ein Bursalnerv, welcher sich vom radiären Nerven, zwischen dem zweiten und dritten Füßchennerven, abzweigt.

15) Am Peristom besitzen die Ophiuren eben so wie die Asterien einen inneren und einen äußeren perihämalen Ringkanal.

16) Das perihämale Kanalsystem ist bei den Ophiuren in ähnlicher Weise wie bei den Asterien ausgebildet und erweist sich auch hier als ein Abschnitt der Leibeshöhle.

Bremen, den 28. December 1879.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV.

Fig. 1. Aus einer horizontalen Schnittserie durch die Madreporenplatte von Ophioglypha albida; 220/1. Ansicht von der Ventralseite. *Msch*, das Mundschild (Madreporenplatte); *L*, der den Steinkanal und das Herzgeflecht umschließende Theil der Leibeshöhle (= Perihämalraum des Herzens); St^1, der Porenkanal der Madreporenplatte; St^2, der Steinkanal; *Amp*, die St^1 mit St^2 verbindende Ampulle; die Pfeile bedeuten die Richtung, welche das durch den Porus der Madreporenplatte aufgenommene Wasser nimmt.

Fig. 2. Dasselbe Präparat wie in Fig. 1, schwächer vergrößert; 60/1. Ansicht von der Ventralseite. *Msch, L*, St^1, St^2, *Amp*, wie vorhin; *SMsch*, die Seitenmundschilder; *H*, das Herzgeflecht; *P*, der Porus der Madreporenplatte; *B*, die Bursae.

Fig. 3. Aus einer horizontalen Schnittserie durch die Madreporenplatte von Ophiacantha setosa; 110/1. Ansicht von der Ventralseite. Die Buchstaben haben die gleiche Bedeutung wie in Fig. 1 und 2.

Fig. 4. Aus einem Horizontalschnitt durch das Peristom von Ophioglypha albida; 220/1. *W*, der Wassergefäßring; *St*[2], der Steinkanal; bei *a* die Übergangsstelle des Steinkanals in den Wassergefäßring.

Fig. 5. Übersicht über die Anordnung des Wassergefäßringes und des Nervenringes bei Ophioglypha albida; 45/1. Ansicht von der Dorsalseite. *Mu*, Rand des Mundeinganges des Darmkanals; *N*, Nervenring; *W*, Wassergefäßring; *Po*, Polische Blase; *Wr*, radiäres Wassergefäß; *Nr*, Abgangsstelle des radiären Nerven; $F^1 + F^2$, Abgangsstelle des für die Wassergefäßzweige zum ersten und zweiten Füßchen (den Mundfüßchen) gemeinsamen Stammes; F^3, Wassergefäßzweig zum dritten Füßchen.

Fig. 6. Aus einem Horizontalschnitt durch den in das Peristom eintretenden Armabschnitt einer Ophioglypha albida; 110/1. Ansicht von der Ventralseite. *Nr*, der radiäre Nerv; NF^2, Ast des radiären Nerven zum zweiten (Mund-) Füßchen F^2; *N'*, der zur Bursa ziehende Bursalnerv.

Fig. 7—10. Zur Erläuterung der Anordnung der Muskulatur in den radiären Wassergefäßen und der Ventile der Füßchen; nach Präparaten von Ophioglypha albida; 140/1.

Fig. 7. Stück des radiären Wassergefäßes von Ophioglypha albida; 140/1; um die Anordnung der Muskulatur zu zeigen. *Wr*, radiäres Wassergefäß; *WF*, Wassergefäßzweig zum Füßchen *F*.

Fig. 8. Seitenansicht der Übergangsstelle des Wassergefäßzweiges in das Füßchen; 140/1. *WF*, *F*, wie vorhin; *V*, eine der beiden Klappen des Ventils von der Fläche gesehen.

Fig. 9. Die schlitzförmige Öffnung zwischen den beiden Klappen des Ventils, von dem Innenraum des Füßchens her gesehen; 140/1.

Fig. 10. Schematischer Schnitt durch das Ventil am Eintritt des Wassergefäßzweiges in das Füßchen; Buchstabenbezeichnung wie vorhin; 140/1.

Tafel XV.

Fig. 11. Das radiäre Blutgefäß und seine Seitenäste, in der Ansicht von der Ventralseite, von Ophioglypha albida; 60/1. Das Mikroskop ist so eingestellt, dass man von dem in dieser Ansicht unmittelbar über dem Blutgefäße gelegenen Nervenbande nichts wahrnimmt. *rBl*, das radiäre Blutgefäß; *BlF*, seine zu den Füßchen gehenden Zweige; *rW*, das radiäre Wassergefäß; F^2, das zweite (Mund-) Füßchen; F^3, das dritte Füßchen; *M*, der untere Quermuskel des zweiten Wirbels; *L'*, die seitlichen Theile der Leibeshöhle des Armes; *a*, die Grube, in welcher das Füßchen sich inserirt.

Fig. 12. Schema über die Anordnung des Blutgefäßsystems der Ophiuren. Das Thier ist in der Ansicht von der Dorsalseite gedacht. Der Kontur der Scheibe und der Arme ist mit schwarzen Linien angedeutet. Die unter den Wirbelreihen der Arme gelegenen Theile des roth gezeichneten Blutgefäßsystems sind durch punktirte Linien angedeutet; *B*, die Bursalspalte; *oBl*, der orale Blutgefäßring; *aBl*, der aborale Blutgefäßring, dessen einzelne Theile mit aBl^1, aBl^2, aBl^3, bezeichnet sind; *BlG*, das Genitalgefäß, welches eben so wie der Abschnitt aBl^2 des aboralen Blutgefäßringes Zweige zu den einzelnen Genitalschläuchen abgiebt; *H*, das Herzgeflecht; *rBl*, das radiäre Blutgefäß; *BlF*, dessen Äste zu den Füßchen.

Fig. 13. Der dicht über dem Mundschilde gelegene Theil des aboralen Blutgefäßringes, in der Ansicht von der Ventralseite, von Ophioglypha albida; 45/1. aBl^1, der aborale Blutgefäßring; *PH*, der Perihämalkanal desselben; *Msch*, das durch die

Entkalkung durchsichtig gewordene Mundschild; *SMsch*, Seitenmundschild; *B*, Bursalspalte.

Fig. 14. Das unter den Radialschildern gelegene Stück des aboralen Blutgefäßringes; in der Ansicht von der Ventralseite, von Ophioglypha albida; 60/1. aBl^3, aboraler Blutgefäßring mitsammt seinem Perihämalkanale; *BlG*, das vom vorigen abgehende Genitalgefäß; aBl^2, Anfangsstück des in Fig. 12 mit aBl^2 bezeichneten Theiles des aboralen Blutgefäßringes; *RSch*, Radialschild; *B*, Bursa; *D*, radiäre Ausbuchtung des Darmsackes; M^1, der Adductor, M^2, der Abductor der Bursalmuskulatur.

Fig. 15. Ein Stück des aboralen Blutgefäßringes von Ophioglypha albida, stärker vergrößert um den das eigentliche Blutgefäß *aBl* umgebenden Perihämalraum *PH* und den von ihm umschlossenen Genitalstrang *G* zu zeigen; *PH* und *aBl* sind durch den Schnitt der Länge nach geöffnet.

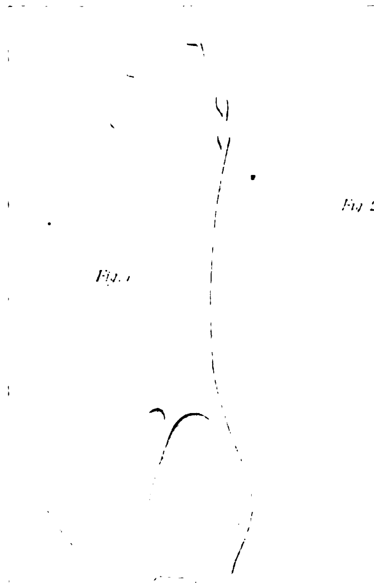
Fig. 16. Übergangsstelle des radiären Blutgefäßes in den oralen Blutgefäßring von Ophioglypha albida; 220/1. *a*, die Zellenschicht, *b*, die Faserschicht des Nervenringes *N*; *Bl*, der orale Blutgefäßring; *rBl*, das radiäre Blutgefäß; BlF^1, der zum ersten Mundfüßchen ziehende Blutgefäßzweig.

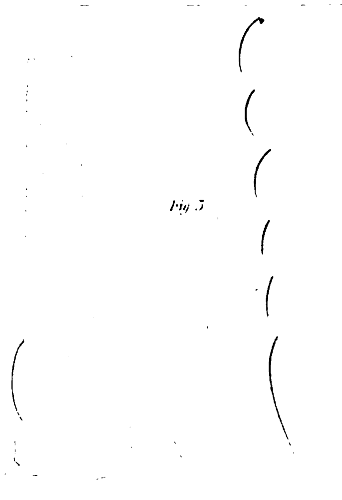
Fig. 17. Vertikalschnitt durch den aboralen Blutgefäßring, dort wo er den Adductormuskel umgreift (cf. Fig. 14), von Ophioglypha albida; 45/1. *RSch*, Radialschild; *BSp*, Bursalspange; *Bu*, Wand der Bursa; *L*, Leibeshöhle; M^1, Adductor; *aBl*, aboraler Blutgefäßring, umgeben von seinem Perihämalkanal, quer durchschnitten.

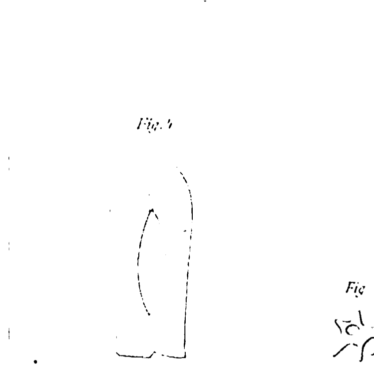
Tafel XVI.

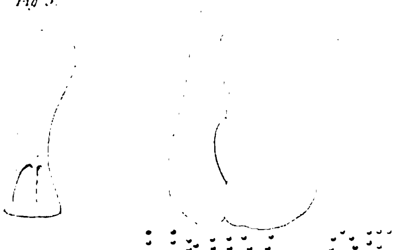
Fig. 18. Schematischer Vertikalschnitt durch eine Ophiure, zunächst im Anschlusse an Präparate von Ophioglypha gezeichnet. Links geht der Schnitt durch einen Interradius, rechts durch einen Radius. *KW*, Körperwand; *O*, Mund; *Li*, Lippe; *D*, Darm; *L*, Leibeshöhle; *L'*, Leibeshöhle des Armes; *Z*, Zähne; *T*, Torus angularis; *ME*, Mundeckstück; *MS*, Mundschild; A_1, erstes Ambulacralstück (= Peristomalplatte), A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, zweites bis sechstes Ambulacralstück, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, erste bis zweite Bauchplatte (= Subambulacralstück); MF^1, erstes, MF^2, zweites Mundfüßchen; *M*, unterer Quermuskel des zweiten Wirbels; *Mi'*, Musculus interradialis externus, *Mi''*, Musculus interradialis internus der Mundecke; *Bi*, Bindegewebsfäden, die den Darm an die Körperwand befestigen; *W*, Wassergefäßring; *Wr*, radiäres Wassergefäß; *P*, Poli'sche Blase; *N*, Nervenring; *Nr*, radiärer Nerv; *oB*, oraler Blutgefäßring; *Br*, radiäres Blutgefäß; *aB*, aboraler Blutgefäßring mit seinem Perihämalkanal *PH*; *rPH*, radiärer Perihämalkanal; *ePH*, äußerer und *iPH*, innerer oraler Perihämalkanal; *S*, das den letzteren von der Leibeshöhle trennende Septum.

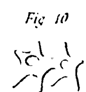
Von den Farben bedeutet blau Wassergefäßsystem, roth Blutgefäßsystem und gelb Nervensystem.

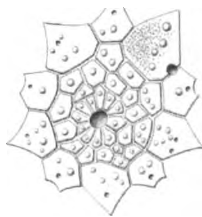

Fig. 1.

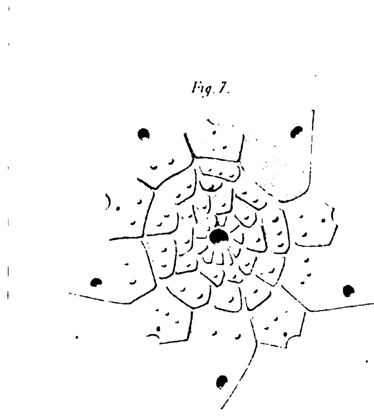

Fig. 2. Fig. 3.

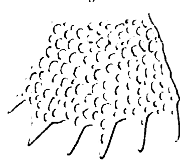

Fig. 4. Fig. 5.

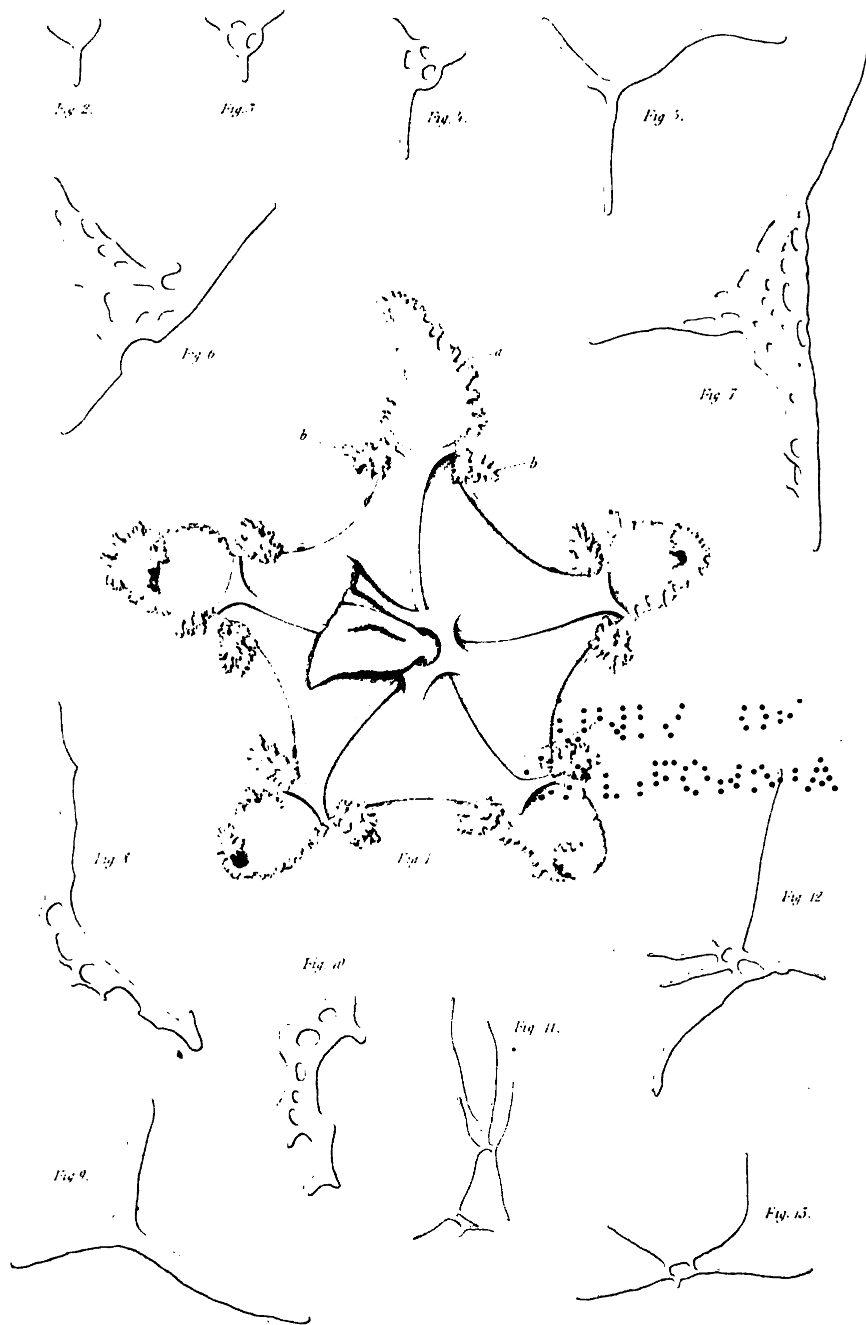

Fig. 6.


Fig. 10.


Fig. 8.


Fig. 7.


Fig. 9.


Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7
a
b
b
Fig. 1
Fig. 8
Fig. 12
Fig. 10
Fig. 11.
Fig. 9.
Fig. 13.

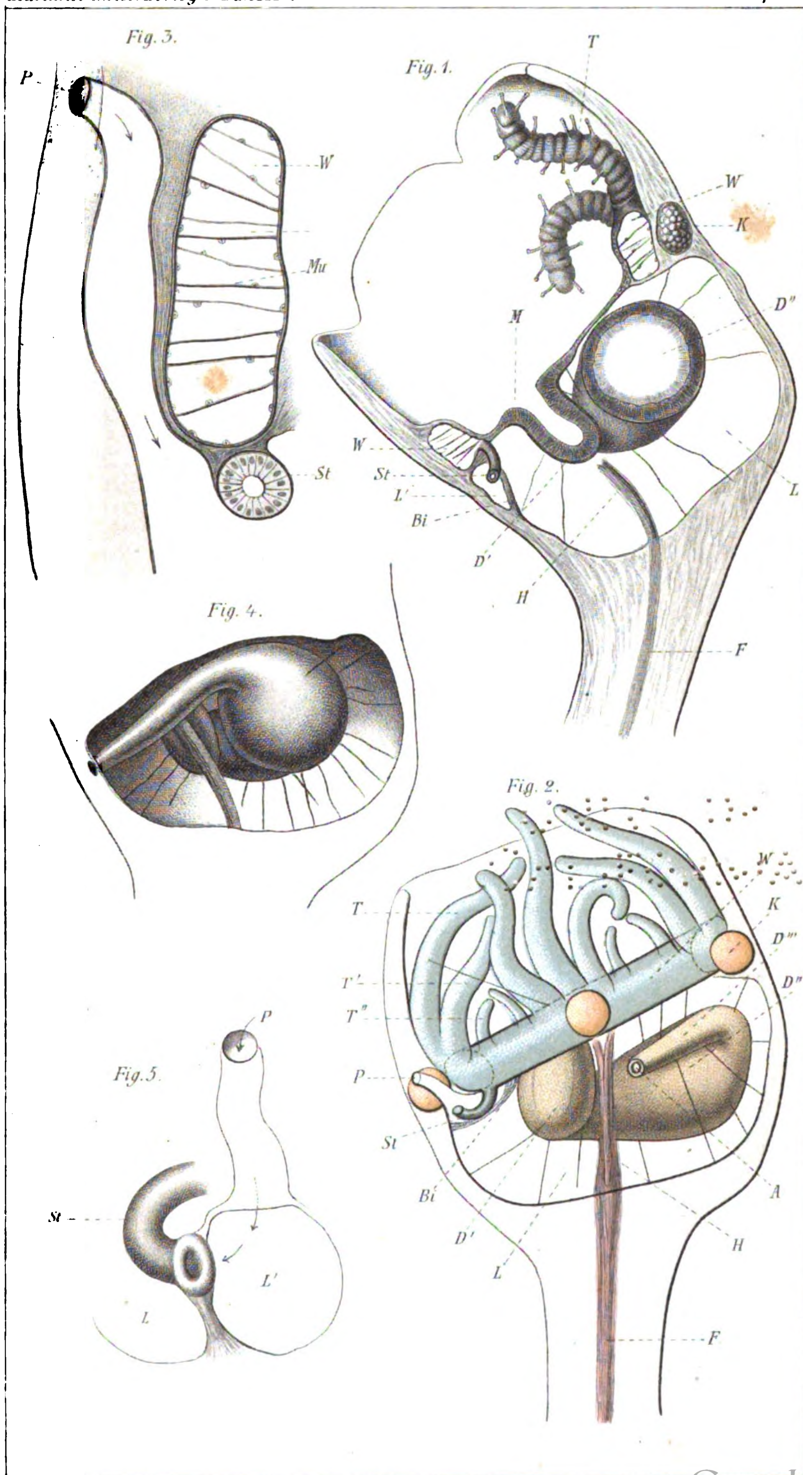

Fig. 3.
P
W
Mu
St
Fig. 1.
T
W
K
D''
M
W
St
L'
Bi
D'
H
L
F
Fig. 4.
Fig. 2.
W
T
K
D'''
T'
T''
D''
P
St
Bi
D'
L
A
H
F
Fig. 5.
P
St
L'
L

Fig. 6.

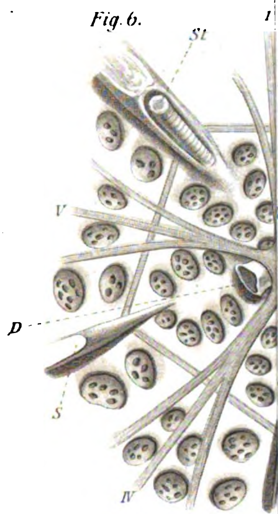


Fig. 7. Echinus.

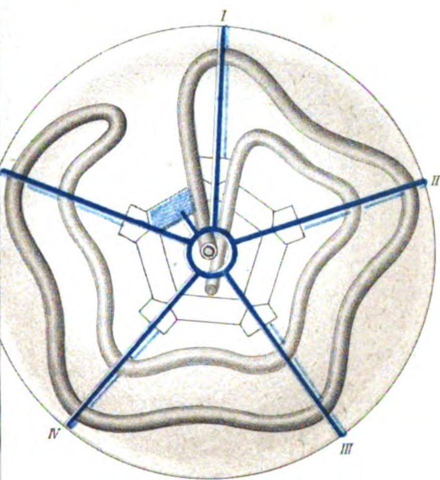


Fig. 9. Crinoid.

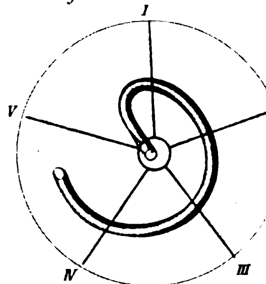


Fig. 8. Spatangus.

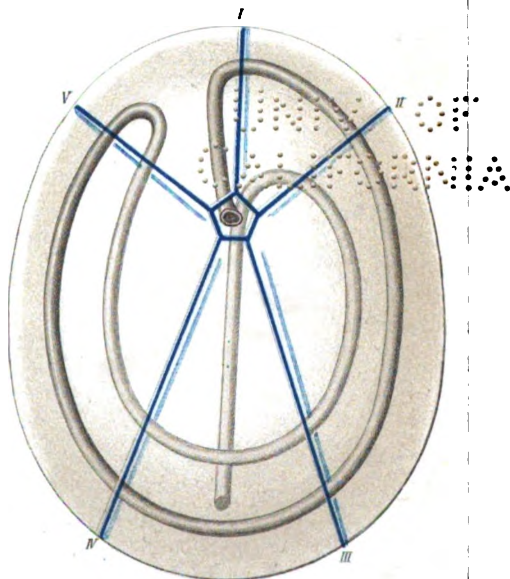
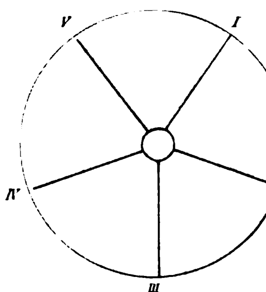


Fig. 12. Echinus.



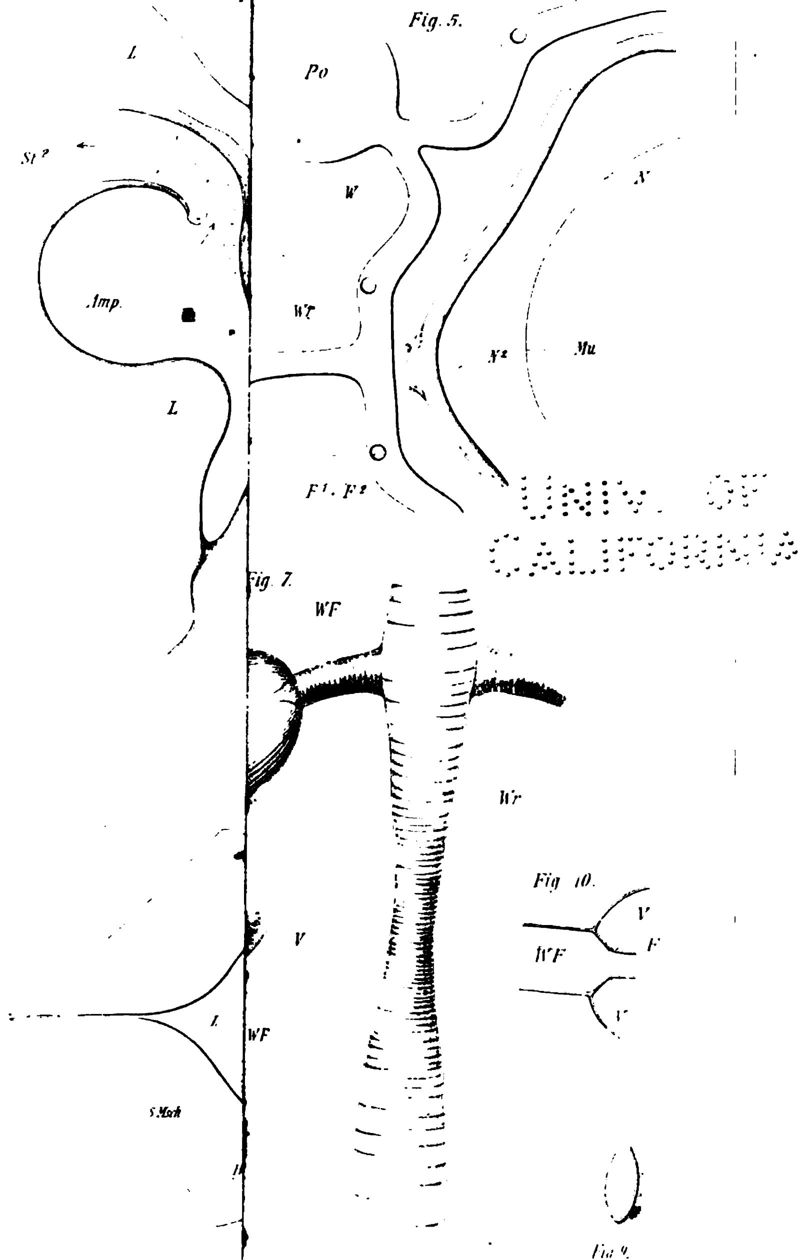
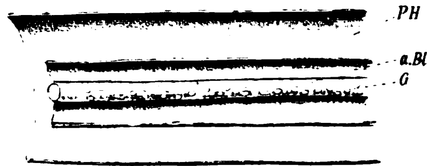

Fig. 5.
Po
L
St ?
W
Amp.
W?
N
N²
Mu
L
F¹. F²
Fig. 7.
WF
Wr
Fig. 10.
V
F
WF
V
L
WF
S. Moh
Fig. 9.

Fig. 14.



Fig. 15.



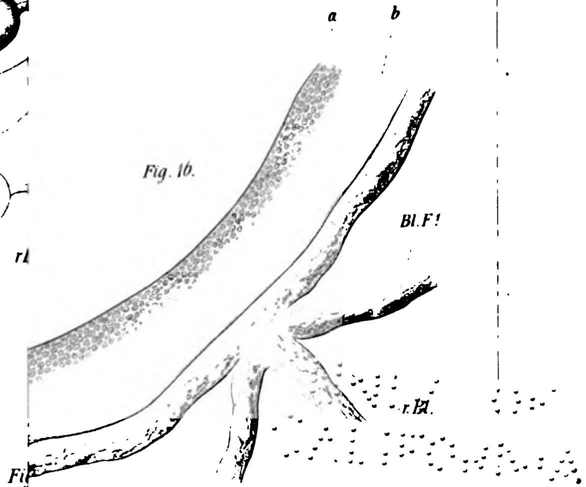


Fig. 17.

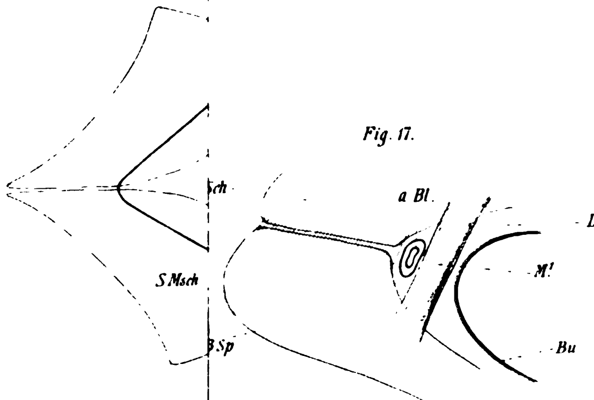


Fig. 6.

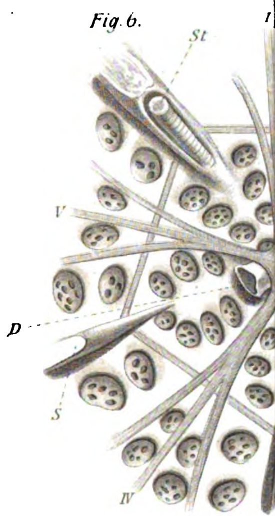


Fig. 7. Echinus.

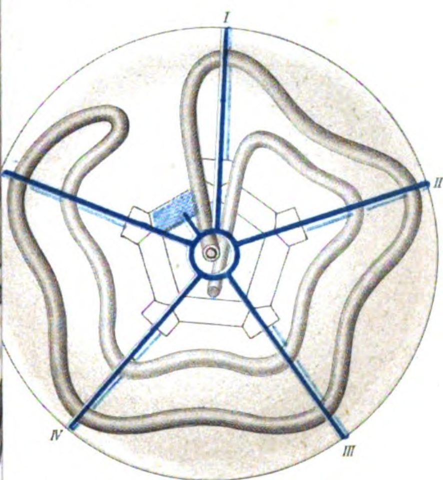


Fig. 9. Crinoid.

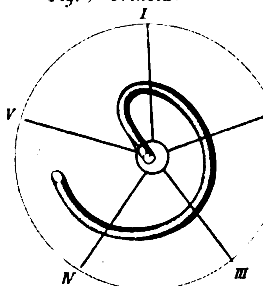


Fig. 8. Spatangus.

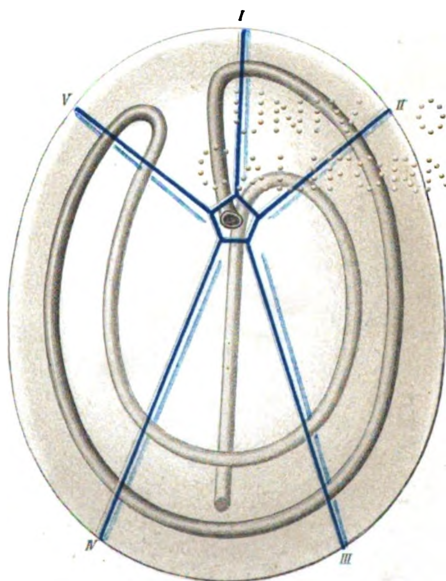


Fig. 12. Echinus.

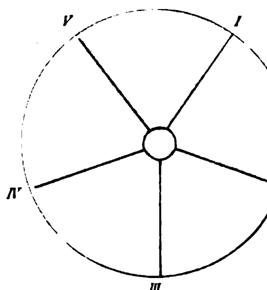


Fig. 6.

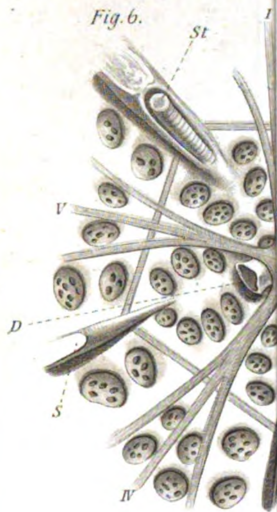


Fig. 7. Echinus.

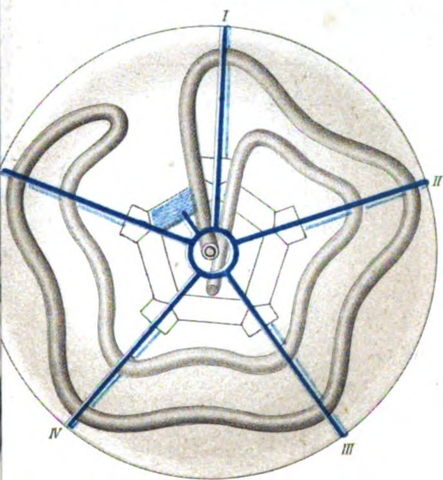


Fig. 9. Crinoid.

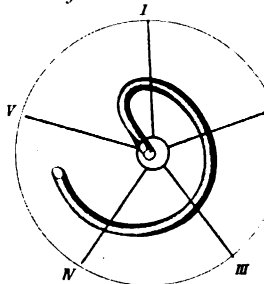


Fig. 8. Spatangus.

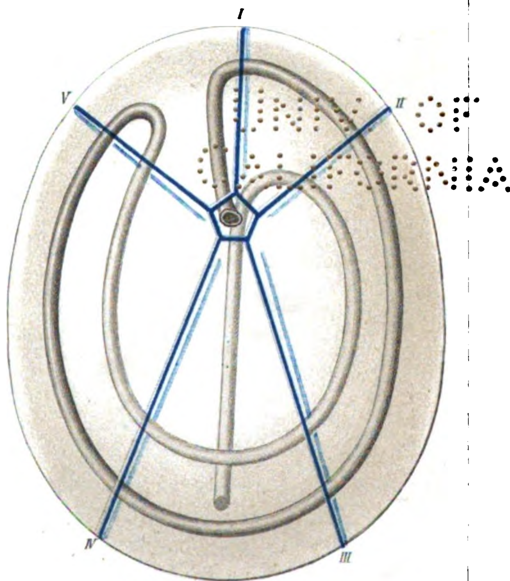
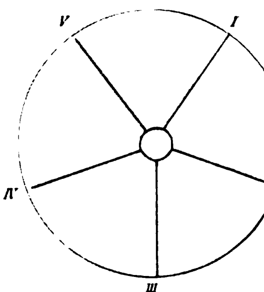
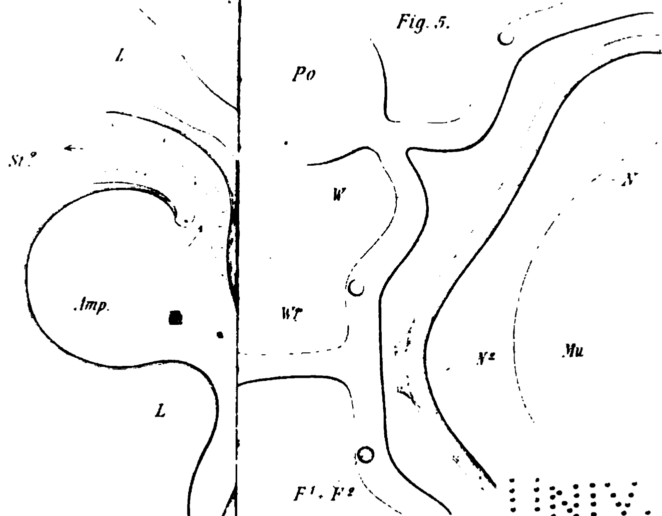
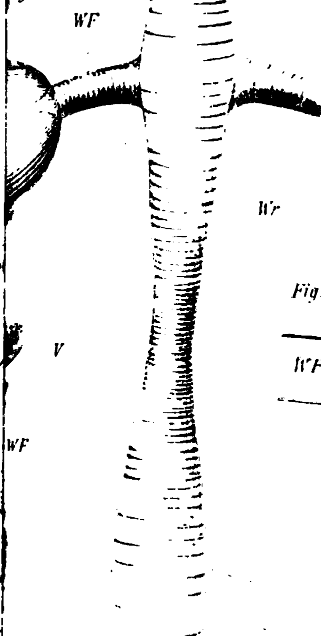


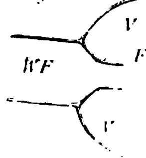
Fig. 12. Echinus.

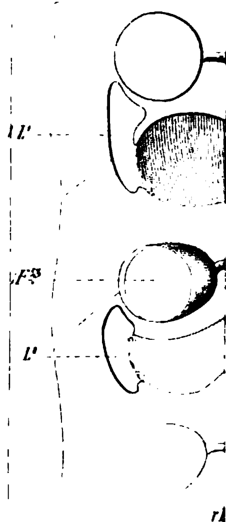


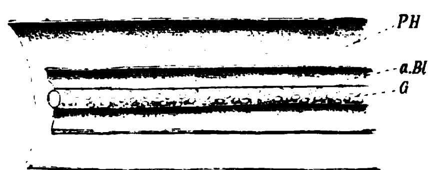


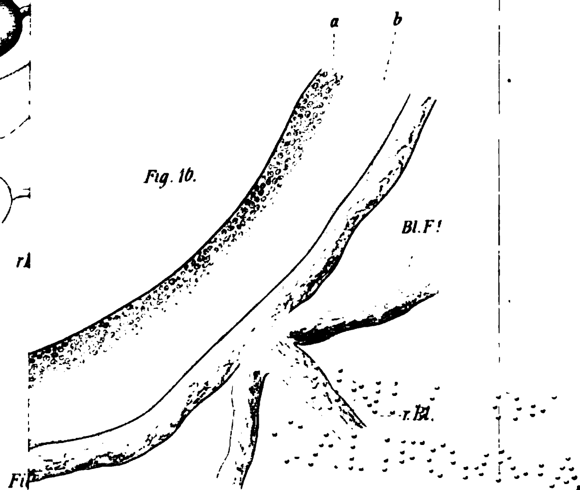

Fig. 5.
L
Po
St.?
W
Amp.
W?
N
N²
Mu
L
F¹. F²

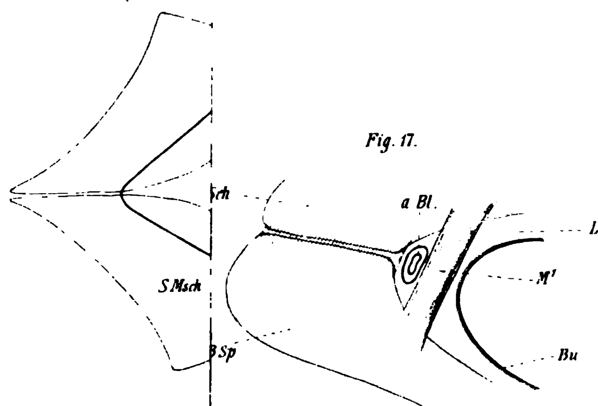

Fig. 7.
WF
Wr
V
L
WF

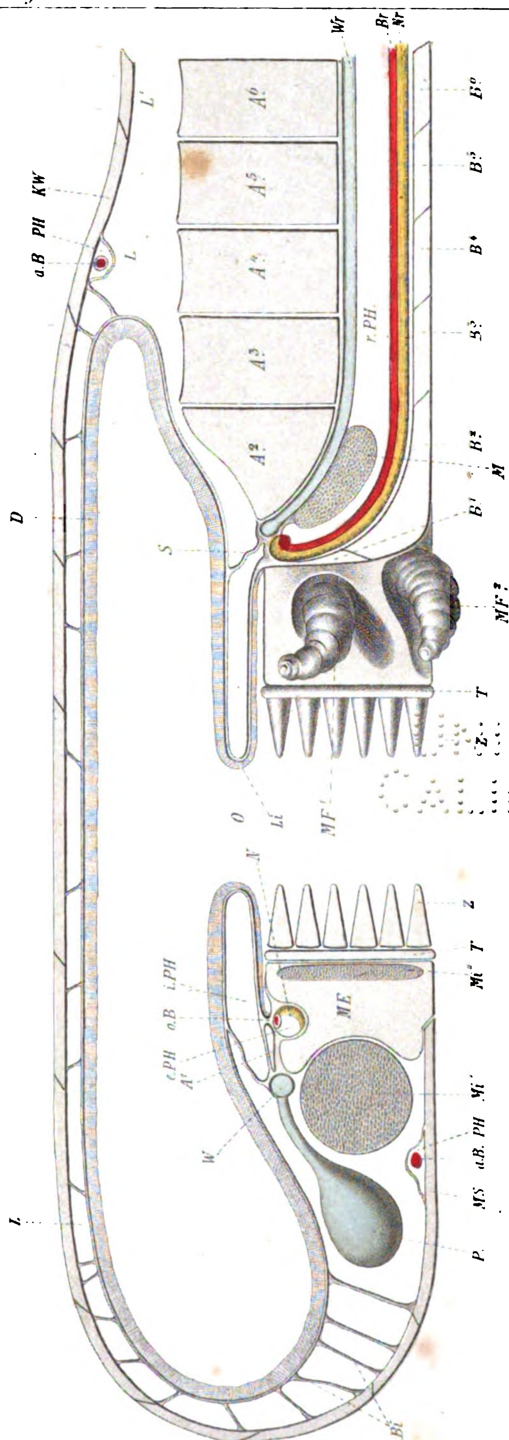

Fig. 10
V
F
WF


Fig. 14.
L'
F
L'


Fig. 15.
PH
a.Bl
G


a
b
Fig. 16.
Bl.F!


Fig. 17.
a Bl.
L
M'
SMsch
Bu


Fig. 18.
KW
PH
a.B
L'
L
D
S
A²
A³
A⁴
A⁵
A⁶
Wr
Br
Nr
r.PH
M
MF²
T
Z
O
N
MF¹
ME
i.PH
a.B
c.PH
A'
W
Mi
MS
P
Bl

3

MORPHOLOGISCHE STUDIEN

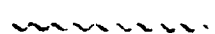
AN

ECHINODERMEN

VON

Dr. Phil. HUBERT LUDWIG,

O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT GIESSEN.



ZWEITER BAND.

2. HEFT.

MIT ZEHN TAFELN UND DREIZEHN HOLZSCHNITTEN.



LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1882.

(Abdruck aus »Zeitschrift f. w. Zoologie«. XXXVI. u. XXXVII. Band.)

INHALTSVERZEICHNISS.

V.

VI.

Zur Entwicklungsgeschichte des Ophiurenskelettes.

Mit Tafel X und XI und einem Holzschnitt.

I. Entwicklung der Armwirbel. Die Gründe, welche ich in einer früheren Arbeit[1] zu Gunsten der MECKEL- und JOH. MÜLLER'schen Ansicht von der Homologie der Ophiurenwirbel mit den Wirbeln der Asterien entwickelte, waren vorzugsweise den anatomischen Verhältnissen der erwachsenen Thiere entnommen. Ich wies dort darauf hin, dass sowohl die Zusammensetzung aus zwei in der Mittellinie mit einander verwachsenen Hälften als auch die Lagebeziehung zum radiären Wassergefäße und zu dessen die Füßchen versorgenden Zweigen für jene Homologie sprechen, dass dagegen die GAUDRY-LYMAN'sche Auffassung, welche die Ophiuren-Wirbel als ganz eigenartige, den Asterien völlig fehlende Skelettstücke hinstellt, der triftigen Gründe entbehre. Indessen war der eine Hauptpunkt, die ursprüngliche Zusammensetzung aller Ophiurenwirbel aus zwei, den Wirbelhälften oder Ambulacralstücken der Asterien vergleichbaren Hälften, nicht entwicklungsgeschichtlich festgestellt, sondern nur aus einigen anatomischen Thatsachen abgeleitet. Es blieb also hier eine Lücke der Beweisführung auszufüllen um jene Homologie allem Zweifel gegenüber sicher zu stellen. Und wenn auch der neuerdings veröffentlichte interessante Fund LYMAN's[2], dass bei einigen Tiefseeophiuren die Armwirbel sämmtlich aus zwei deutlich von einander unterscheidbaren Stücken bestehen, erst recht darauf hindeutete, dass das Ergebnis der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung wohl kaum

[1] Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXXI. p. 347 sqq. (Morphol. Studien an Echinodermen. I. Bd. p. 242 sqq.)

[2] TH. LYMAN, A structural feature hitherto unknown among Echinodermata, found in deep-sea Ophiurans. Boston 1880 (Anniversary Memoirs of the Boston Society of Natural History).

ein anderes sein werde als eine thatsächliche Bestätigung des von der vergleichenden Anatomie aufgestellten Postulates, so blieb es nicht weniger wünschenswerth jene entwicklungsgeschichtliche Untersuchung einmal vorzunehmen und die Entstehung der Ophiurenwirbel in ihren einzelnen Stadien zu verfolgen. Ein für diesen Zweck sehr geeignetes Objekt ist die lebendiggebärende Amphiura squamata. Man kann sich hier mit größter Leichtigkeit alle in Betracht kommenden Entwicklungsstadien verschaffen, wenn man aus einer Anzahl von Exemplaren die Jungen aus den Bursae herausnimmt. Ich benutzte einen Aufenthalt in der zoologischen Station zu Neapel im Frühling des vorigen Jahres um mir eine große Menge aller Entwicklungsstadien zu verschaffen, an welchen ich die im Folgenden mitzutheilenden Verhältnisse feststellen konnte.

Bekanntlich wachsen die Ophiurenarme eben so wie diejenigen der Asterien an der Spitze. Dort hat man also stets die jüngsten Stadien der Skelettstücke zu suchen, während weiter nach der Scheibe hin die nächst älteren folgen. Eine Ausnahme von dieser Regel macht nur das Terminalstück an der Armspitze, welches von allen Theilen des Armskelettes zuerst entstanden ist. An der ventralen Seite des jungen Armes nun und nach innen vom adoralen Rande des Terminalstückes findet man die erste Anlage der Wirbel (Fig. 2). Dieselbe besteht aus zwei rechts und links von der Medianebene des Armes symmetrisch zu einander gelegenen Kalkstückchen, deren jedes die Form eines winzigen Dreistrahles besitzt. Jeder dieser beiden Dreistrahler ist in durchaus konstanter Weise orientirt. Der eine der drei Strahlen ist von dem Mittelpunkt des Dreistrahlers aus nach der Armspitze, also aboral gerichtet und fällt in die Längsrichtung des Armes; die beiden anderen Strahlen sind entgegengesetzt nach der Armbasis, also adoral gerichtet und bilden unter sich einen kleineren Winkel als ihn jeder von ihnen mit dem aboralen Strahle bildet; die beiden adoralen Strahlen liegen aber nicht in einer und derselben Horizontalebene, sondern der eine ist mit seiner Spitze der ventralen Fläche des Armes mehr genähert als der andere; wir können also einen ventralen und einen dorsalen adoralen Strahl unterscheiden; und wenn wir ferner die Beziehung dieser beiden Strahlen zur Medianebene des Armes berücksichtigen, so zeigt sich, dass der dorsale adorale Strahl auch als medianer Strahl bezeichnet werden kann, da er der Medianebene näher liegt als der ventrale, der dementsprechend auch lateral heißen kann. Wir unterscheiden also an der dreistrahligen Anlage der Wirbelhälfte einen aboralen und zwei adorale Strahlen, und unter den beiden letzteren wieder einen dorsalen, der zugleich median ist, und einen ventralen, der zugleich lateral ist.

Sehr frühzeitig macht sich eine Größendifferenz der drei Strahlen bemerkbar, die in den nächstfolgenden Stadien immer deutlicher hervortritt: Der aborale Strahl wird länger als die beiden adoralen Strahlen (Fig. 3). Der fernere Fortschritt in der Entwicklung der Wirbelanlagen besteht in einer weiteren Größenzunahme; zugleich aber beginnt die Form der primären Wirbelstücke eine immer komplicirtere zu werden. Die Formveränderung kommt hier, wie überhaupt bei den Skeletttheilen der Echinodermen, wesentlich dadurch zu Stande, dass von der erst gebildeten kalkigen Anlage Fortsätze aussprossen, die sich früher oder später an ihrem freien Ende gabeln, dann verbinden sich die Gabelenden benachbarter Fortsätze und bilden so und indem sich derselbe Vorgang wiederholt Maschen und immer neue Maschen des kalkigen Netzwerkes der Skeletttheile; wenn die die Maschen begrenzenden Balken dann noch ein nachträgliches Dickenwachsthum erfahren, so werden die Maschen entsprechend verengt, während sie in anderen Fällen ihren ursprünglichen Durchmesser behalten. So also bilden sich Gabeläste und Maschen auch an den jungen Wirbelstücken und zwar zunächst an den beiden adoralen Strahlen der primitiven Anlage; die beiden adoralen Äste werden dadurch mit einander netzförmig verbunden. Bald aber beginnt auch der aborale Fortsatz sich zu gabeln und Maschen zu bilden; er bleibt indessen stets durch alle folgenden Stadien hindurch hinter der stärkeren Entwicklung des adoralen Theiles der Wirbelanlage zurück. Und wenn wir die beiden adoralen Strahlen der einfachen dreistrahligen Anlage als Gabeläste am adoralen Ende einer anfänglich nur stabförmigen Anlage ansehen wollen, so ist damit schon in den allerersten Stadien das Vorwiegen des adoralen Theiles der Wirbelanlage bezüglich der Massenentwicklung angedeutet. Ein Blick auf die Abbildungen zeigt, dass sich dieses Übergewicht des adoralen Theiles des Wirbels über den weniger massig entwickelten aboralen Theil durch alle Stadien hindurch bewahrt.

Da die Ausbildung von Fortsätzen und Maschen am adoralen und aboralen Ende der jungen Wirbelstücke nicht nur lateralwärts, sondern auch medianwärts vor sich geht, so gelangen die Enden der zu einem Paare gehörigen Wirbelstücke sehr bald in unmittelbare Aneinanderlagerung ohne aber jetzt schon an den Berührungsstellen völlig mit einander zu verschmelzen. Es ist in diesen Stadien (Fig. 4, 5) immer noch leicht die beiden Wirbelstücke als von einander isolirte Gebilde zu erkennen. Später erst tritt eine immer inniger werdende Verwachsung beider Wirbelstücke und zwar zunächst an ihren adoralen und aboralen Enden ein. In ihrem mittleren Theile bilden die beiden Wirbelstücke zwei leicht gekrümmte Bogen, die mit ihren konkaven glatten Seiten

einander zugekehrt sind, während an den konvexen Seiten der Bogen Fortsätze, die sich gabeln und zu Maschen schließen, entspringen. Es bleibt sonach, nachdem die adoralen und aboralen Enden der Wirbelstücke sich mit einander fest verbunden haben, in ihrer Mitte eine Längsspalte übrig, die eine Zeit lang erhalten bleibt, in späteren Stadien aber sich vollständig schließt. So kommen also die Wirbel der Ophiure dadurch zu Stande, dass sich getrennt von einander entstandene Stücke paarweise mit einander vereinigen und eine anfänglich nur lose, dann aber immer innigere Verbindung schließen.

Die zuletzt beschriebenen Stadien in der Entwicklung der Armwirbel der Amphiura squamata lassen sich ohne Weiteres mit den Verhältnissen vergleichen wie sie unlängst von einigen Tiefseeophiuren durch Lyman bekannt geworden sind. Die Beschreibung, welche er von den Armwirbeln von Ophiohelus umbella[1] giebt, wiederholt die Hauptzüge, welche wir soeben bei den Jugendstadien der Amphiura squamata kennen gelernt haben, und es ist durchaus zutreffend, wenn Lyman von einem »embryonalen Charakter« der Wirbel bei Ophiohelus spricht. Er schildert die letzteren (seine »arm-bones«) folgendermaßen: »The very singular arm-bones, instead of the usual disk-like figure, are composed of two long, curved bars, lyn ig side by side and joined at each end to make the articulating surfaces, the whole forming an elongated oval with terminal articulating surfaces. This embryonic division of the arm-bone into its two halves continues to the disk, but the bars become proportionately shorter and shorter, and the articulating surfaces approach, until, just at the margin of the disk, the central hole nearly or quite disappears, and the bone pretty much resembles the usual type.«

In der älteren Litteratur finde ich nur eine einzige Andeutung über die paarige Anlage der Ophiurenwirbel. Joh. Müller[2] erwähnt bei Schilderung der Metamorphose des Pluteus bimaculatus »längere Kalkleisten«, die er bei den jungen, schon mit dreigliedrigen Armen versehenen Ophiuren »nächst der Mittellinie des Armes rechts und links« auftreten sah. Wie aus dem Zusammenhang und der beigegebenen Abbildung hervorgeht, kann damit nur die Wirbelanlage gemeint sein. Auch in der Abbildung, welche Joh. Müller von der jungen Ophiothrix

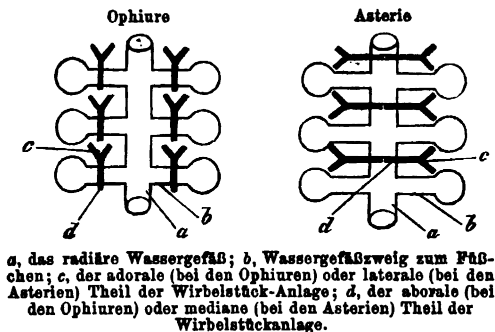
[1] l. c. p. 6; Pl. I, Fig. 16. In den von Herrn Lyman mir freundlichst überschickten Probetafeln der Ophiuren der Challenger-Publikation ist das erwähnte Verhalten von Ophiohelus umbella auf Pl. XXVIII, Fig. 10 abgebildet.

[2] Joh. Müller, Über die Ophiurenlarven des adriatischen Meeres. Berlin 1852. p. 13; Taf. V, Fig. 1.

fragilis giebt[1], sind an dem vorletzten Armgliede zwei ziemlich parallele Kalkstäbe rechts und links von der Mittellinie eingezeichnet, die er zwar nicht näher erläutert, die aber offenbar nur die Wirbelanlagen sein können.

Besonders beachtenswerth ist das Verhalten der ersten Stadien der Wirbel zu dem radiären Wassergefäße und zu dessen die Füßchen versorgenden Seitenzweigen. Das radiäre Wassergefäß liegt von Anfang an ventral von den Anlagen der Wirbelstücke und die gleichfalls ventral davon befindlichen Füßchenzweige liegen so, dass bei der Ansicht von der Dorsalseite des Armes der adorale Theil der Wirbelanlagen zwischen je zwei auf einander folgende Füßchenzweige fällt, der aborale Theil der Wirbelanlagen aber über dem Füßchenzweige liegt. Erst später werden die Füßchenzweige von dem Kalkgewebe des wachsenden Wirbels umsponnen und kommen schließlich in der bekannten Weise zum Theil ins Innere der Wirbel zu liegen. Anfänglich liegen also die Füßchenzweige des radiären Wassergefäßes nicht in den Wirbelstücken, sondern ventralwärts von ihnen, ganz so wie es sich bei den Asterien das ganze Leben hindurch verhält. Es erweist sich demnach auch in dieser Beziehung die Homologie der Wirbelhälften der Ophiuren mit den Ambulacralstücken der Asterien für wohlbegründet.

In dem Holzschnitte habe ich versucht das primäre Verhalten der Ambulacralstücke zu den Füßchenzweigen des radiären Wassergefäßes in der Dorsalansicht anzudeuten.



a, das radiäre Wassergefäß; *b*, Wassergefäßzweig zum Füßchen; *c*, der adorale (bei den Ophiuren) oder laterale (bei den Asterien) Theil der Wirbelstück-Anlage; *d*, der aborale (bei den Ophiuren) oder mediane (bei den Asterien) Theil der Wirbelstückanlage.

Der Gegensatz in dem anfänglichen Verhalten der Ophiuren im Vergleich zu dem der Asterien besteht darin, dass das Ambulacralstück nicht in toto zwischen zwei Füßchenzweigen liegt, sondern nur zum Theile, mit seinem adoralen Abschnitt nämlich, dass aber der aborale Strahl den Füßchenzweig von oben überdeckt. Man kann diese Eigenthümlichkeit der Ophiuren so auf das Verhalten der Asterien zurückführen, dass man die zu einem Paare gehörigen Wirbelanlagen in konvergirender Richtung um ihre Mittelpunkte eine Drehung von 90° ausführen lässt, so dass ihre aboralen Strahlen quer und zugleich

[1] l. c. Taf. VIII, Fig. 4.

medianwärts, ihre adoralen Strahlen aber quer und zugleich lateralwärts zu liegen kommen. Es entspricht dann das aborale Ende des primären Ambulacralstückes der Ophiuren dem medianen und das adorale Ende des primären Ambulacralstückes der Ophiuren dem lateralen Ende des Ambulacralstückes der Asterien. Mit dieser Auffassung steht das Verhalten der Ambulacralstücke zu den Adambulacralstücken in bestem Einklange. Bei den Asterien verbinden sich bekanntlich die Adambulacralia mit den lateralen Theilen der Ambulacralia. Bei den Ophiuren findet die Verbindung zwischen den den Adambulacralia homologen Seitenplatten und den Wirbeln, wie das z. B. an den jungen Armgliedern der Amphiura squamata sehr leicht zu sehen ist, an dem adoralen Theile der Wirbel statt, also gerade an demjenigen Theile, welcher in der oben angegebenen Weise sich auf den lateralen Theil des Asterienwirbels zurückführen lässt. Wenn man aber auch dem eben gemachten Versuche das in Rede stehende Lageverhältnis der jungen Ambulacralia der Ophiuren aus demjenigen der Asterien abzuleiten keinen Werth beilegen will, so scheint mir doch der Umstand, dass die Fußchenzweige der Ophiuren anfänglich aboral von dem stärker entwickelten adoralen Theile desjenigen Wirbels gelegen sind, von welchem sie nachher theilweise umwachsen werden, unbedingt in demselben Sinne zu sprechen wie die anatomischen Thatsachen, aus denen ich schon früher folgerte, dass[1] »jeder Wassergefäßzweig mit seinem Fußchen bei den Ophiuren ursprünglich zwischen je zwei Wirbeln gelegen war und erst sekundär durch Umwachsung von Seiten des aboralen Abschnittes des adoralwärts von dem betreffenden Fußchen befindlichen Wirbels zum Theil in die Substanz des letzteren eingelagert worden ist«, so dass also beispielsweise das dem zwölften Wirbel einer Ophiure aufsitzende Fußchenpaar dem zwischen dem zwölften und dreizehnten Wirbel einer Asterie gelegenen Fußchenpaar entspricht.

Was nun spätere Entwicklungsstufen der Ophiurenwirbel anbetrifft, so lassen sich dieselben bei Amphiura squamata ohne große Mühe verfolgen. In den Figuren 6—16 habe ich einige spätere Stadien abgebildet, welche genügen werden um zu zeigen, wie sich aus der anfänglich so einfach gestalteten Anlage der komplicirt gebaute fertige Ophiurenwirbel mit seinen Gelenkgruben, Gelenkhöckern, Muskelansatzflächen etc. entwickelt, wie ich denselben früher[2] von Ophiarachna incrassata näher beschrieben habe. Zum Verständnis dieser Figuren

[1] l. c. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. XXXI. p. 355. (Morphologische Studien. I. Bd. p. 250.)

[2] l. c. Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XXXI. p. 346 sqq. (Morphologische Studien. I. Bd. p. 243 sqq.)

bitte ich jene frühere Beschreibung zu vergleichen, so wie auch die Mittheilungen, welche Joh. Müller[1], Lyman[2] und Simroth[3] über den Bau der Ophiurenwirbel gemacht haben.

II. Entwicklung der übrigen Theile des Armskelettes. *1) Terminalplatte.* In Stadien, welche noch erheblich jünger sind als dasjenige, auf welches sich die Fig. 17, 18 und 22 beziehen und in welchen das später resorbirte larvale Kalkskelett noch sehr vollständig erhalten ist, sind die Terminalplatten der Arme schon angelegt. Gleichzeitig mit den jungen Terminalplatten fand ich immer auch schon die Anlagen der fünf großen Radialplatten des Scheibenrückens, welche wir später, bei der Entwicklung des Scheibenskelettes, noch genauer zu betrachten haben werden. Ich kann leider nicht mit Bestimmtheit angeben, ob die Terminalia früher oder später als jene primären Radialia des Scheibenrückens ihre Entstehung nehmen, obgleich ich das Erstere für wahrscheinlicher halten möchte.

Bekanntlich behalten die Terminalplatten durch das ganze Leben der Ophiure hindurch ihre anfängliche Lage an der Spitze der Arme bei, ganz so wie die entsprechenden Skelettstücke an den Armen der Asterien. Es unterscheidet sich aber die Terminalplatte eines Ophiurenarmes dadurch sehr auffällig von der Terminalplatte eines Seesternarmes, dass sie nicht wie jene den Fühler in eine untere (ventrale) Rinne aufnimmt, sondern denselben ringförmig umgiebt, also auch an der Ventralseite überdeckt. Die fertige Terminalplatte der Ophiuren hat die Form eines kurzen Röhrenstückes, welches von dem Fühler durchsetzt wird. Indessen hat schon Joh. Müller[4] beobachtet, dass auch das Terminalstück der Ophiuren anfänglich eine unten offene Rinne bildet und sich erst später zu einem Ringe schließt. Von der Richtigkeit dieser Beobachtung konnte ich mich bei Amphiura squamata mit aller Sicherheit überzeugen. In Stadien, wie dasjenige, welchem die Figuren 17 und 23 entnommen sind, so wie auch in etwas älteren Stadien (Fig. 22) ist die junge Terminalplatte ein dorsal von dem unpaaren Ende des radiären Wassergefäßes (Fühler) gelegenes Skelettstück, welches erst später von den Seiten her den jungen

[1] Joh. Müller, Über den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 52 sqq.

[2] Lyman, Ophiuridae and Astrophytidae, Old and New. Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Mass. Vol. III. No. 10. 1874. p. 254 sqq.

[3] Simroth, Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens. I. Theil. Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 420—423.

[4] Joh. Müller, Über die Ophiurenlarven des adriatischen Meeres. Berlin 1852. p. 12—13.

Fühler umwächst und sich endlich an dessen Ventralseite zu einem vollständigen Ringe schließt. Ich will bei dieser Gelegenheit bemerken, dass der von GREEFF[1] bei den erwachsenen Ophiuren aufgefundene Fühler bei den jungen Thieren schon von JOH. MÜLLER entdeckt worden ist[2].

Die jungen Terminalplatten der Amphiura squamata sind bereits von METSCHNIKOFF gesehen und in unverkennbarer Weise abgebildet[3] worden. Doch scheint METSCHNIKOFF dieselben falsch aufgefasst zu haben, denn während er sie in seiner Tafelerklärung gar nicht weiter erläutert, geht aus einer Stelle seines Textes hervor, dass er sie für »die ersten Anfänge der Wirbelstücke« hält. Die wirklichen ersten Anfänge der Wirbelstücke sind bei METSCHNIKOFF nicht angedeutet. Auch M. SCHULTZE[4] hat die jungen Terminalia nicht unbeachtet gelassen, aber nur ganz allgemein als die »erste Anlage der Arme« bezeichnet. Ferner und wohl zuerst von allen Forschern hat schon KROHN[5] die jungen Terminalstücke der Amphiura squamata bemerkt, jedoch gleichfalls nicht scharf aufgefasst. Auch bei A. AGASSIZ[6] finden sich Beobachtungen über die jungen Terminalstücke einer Ophiure, die er damals irrthümlich zu Amphiura squamata stellte; er hält die jungen Terminalia für die Dorsalschilder des erstgebildeten Armgliedes, eine Bezeichnung, die ebenfalls nicht korrekt genug ist.

2) Seitenplatten. Die Seitenplatten der Arme entstehen eben so wie auch die Dorsal- und Ventralplatten in der Reihenfolge, dass die jüngsten Platten immer der Terminalplatte zunächst liegen. Dieses Verhalten, wie es durch KROHN[7] und JOH. MÜLLER[8] bekannt geworden ist, lässt sich bei den Jungen der Amphiura sehr leicht konstatiren. Es

[1] R. GREEFF, Sitzungsberichte der Gesellsch. zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. Februar 1874. p. 81. Anmerkung.

[2] JOH. MÜLLER, Über die Ophiurenlarven des adriatischen Meeres. Berlin 1852. p. 18, 14, 19. — Über den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 46.

[3] EL. METSCHNIKOFF, Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. Mém. de l'Acad. imp. des scienc. de St.-Pétersbourg. 7. sér. T. XIV. Nr. 8. St.-Pétersbourg 1869. p. 18. Taf. IV, Fig. 17.

[4] M. SCHULTZE, Über die Entwicklung von Ophiolepis squamata, einer lebendiggebärenden Ophiure. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1852. Taf. I, Fig. 4 u. 5, c.

[5] A. KROHN, Über die Entwicklung einer lebendiggebärenden Ophiure. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1851. Taf. XIV *B*, Fig. 1 *b*; p. 342.

[6] A. AGASSIZ, On the Embryology of Echinoderms. Memoirs of the American Academy. Vol. IX. 1864. p. 20. Fig. 32 *y*.

[7] A. KROHN, l. c. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1851. p. 342.

[8] JOH. MÜLLER, l. c. 1852. p. 14.

entstehen aber die zu einem Armgliede gehörigen Seiten-, Dorsal- und Ventralplatten nicht etwa auf einmal, sondern zuerst legen sich nur die Seitenplatten an. Ganz ähnliche Beobachtungen hat LYMAN an den sich regenerirenden Armspitzen von Pectinura marmorata gemacht[1]. Erst nachdem die Seitenplatten sich angelegt haben, beginnen auch die Dorsal- und Ventralplatten aufzutreten und zwar sind, wenigstens bei Amphiura squamata, die Ventralplatten den Dorsalplatten immer ein wenig voraus. Man findet also bei den jungen Thieren zunächst der Armspitze ein oder einige Armglieder, welche außer den Wirbelanlagen nur die Seitenplatten besitzen, dann folgt gewöhnlich ein Glied, bei dem auch schon eine junge Ventralplatte vorhanden ist und erst die dann folgenden Glieder besitzen auch Dorsalplatten. Auf dem aboralen Rande der jungen Seitenplatten treten sofort Stachelanlagen auf, anfänglich in geringerer Zahl; erst später wird die für das ausgebildete Thier ziemlich konstante Zahl der Stachel erreicht, wie das bereits von M. SARS bemerkt worden ist[2].

Die jungen Seitenplatten berühren sich bei Amphiura squamata weder in der dorsalen noch in der ventralen Mittellinie des Armes. Ihr ältester Theil ist derjenige, mit welchem sie sich mit dem adoralen Abschnitte der Wirbel in Verbindung setzen. Für diese Verbindung besitzen die jungen Seitenplatten an ihrer konkaven Innenseite eine leistenförmige Verdickung. Bezüglich der Homologie der Seitenplatten am Arme der Ophiuren mit den Adambulacralstücken der Seesterne kann ich auf meine früheren Ausführungen[3] verweisen und brauche wohl kaum zu bemerken, dass diese Homologie auch in den eben erwähnten entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen eine Stütze findet.

3) Ventralplatten. Die erste Anlage einer Ventralplatte liegt in Form eines kleinen Dreistrahles genau in der Mittellinie des Armes. Die eine Spitze des Dreistrahles (vgl. Fig. 18 *V'*) ist adoral, die beiden anderen sind aboral gerichtet — dieser Dreistrahl ist also gerade umgekehrt orientirt wie die dreistrahligen Anlagen der Wirbelstücke. Die unpaare, genau in der Mittellinie des Armes auftretende erste Anlage wie auch alle späteren Stadien in der Ausbildung der Ventralplatten zeigen, dass dieselben

[1] LYMAN, l. c. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. III. No. 10. 1874. Pl. V, Fig. 1, 2.

[2] M. SARS, Geologiske og zoologiske Jagttagelser, anstillede paa en Reise i en Deel of Trondhjems Stift: Sommeren 1862. Christiania 1863. (Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. XII. 1863. p. 337—338.)

[3] l. c. Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XXXI. p. 352 sqq. (Morphologische Studien. I. Bd. p. 247 sqq.)

durchaus unpaare Skelettstücke sind. Es muss das desshalb betont werden, weil Agassiz annimmt, dass jede Ventralplatte durch Verschmelzung zweier, rechts und links von der Mittellinie gelegenen Anlagen entstehe, also als ein ursprünglich paariges Gebilde aufzufassen sei. Neuerdings hat P. H. Carpenter[1] diese irrthümliche Auffassung von Agassiz reproducirt. Auch Semper[2] hat die Ansicht vertreten, dass die Ventralplatten der Ophiuren ursprünglich paarige Gebilde seien. Agassiz beruft sich allerdings auf die Entwicklungsgeschichte, indessen in einer Weise, die es sehr zweifelhaft lässt, ob es genaue Beobachtungen oder nur Meinungen sind, auf welche er sich stützt. Weder Agassiz noch irgend ein anderer Forscher hat bis jetzt bestimmte Thatsachen angeführt, aus welchen die Entstehung der Ventralplatten aus paarigen Anlagen hervorginge. Semper hat die Ansicht von Meckel wieder aufgenommen, dass die Ventralplatten der Ophiuren den Adambulacralplatten der Asterien homolog seien, gesteht aber die Schwierigkeit zu, welche diese Vergleichung darin hat, dass die Ventralplatten bei allen bekannten Ophiuren ausnahmslos unpaar sind. Um diese Schwierigkeit zu heben, verweist er auf den fossilen Protaster Sedgwickii Forbes, in welchem uns eine Ophiure mit paarigen Ventralplatten erhalten sei. Leider ist nun aber Protaster ein noch so ungenügend bekanntes Fossil, dass man dasselbe überhaupt als Beweismittel in dieser Sache nicht gelten lassen kann.

4) Dorsalplatten. Wie schon vorhin angegeben, entstehen die Dorsalplatten an den jungen Armgliedern etwas später als die Ventralplatten. Sie legen sich als unpaare Gebilde in der dorsalen Mittellinie der Arme an. In Stadien, welche nicht älter sind als das in Fig. 21 gezeichnete, sind noch gar keine Dorsalplatten vorhanden, obgleich schon drei freie Armglieder angelegt sind.

III. Entwicklung des Mundskelettes. Das Mundskelett der Ophiuren ist bis jetzt noch nicht genauer auf seine Entwicklung untersucht worden. Am ausführlichsten sind noch immer die Angaben, welche M. Schultze[3] vor fast dreißig Jahren darüber gemacht hat. Dieselben beziehen sich gleichfalls auf Amphiura squamata und

[1] P. H. Carpenter, On the Oral and Apical Systems of the Echinoderms. Part. II. Quart. Journ. Microsc. Science. Vol. XIX. 1879. p. 21 (des Separatabdruckes).

[2] C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. II, 1. Holothurien. 1868. p. 162.

[3] l. c. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1852. p. 37—46. Taf. I.

stimmen in allen Hauptpunkten, was die Beobachtungen anbelangt, mit meinen Befunden überein; indessen hat M. Schultze nicht alle in den Aufbau des Mundskelettes eintretenden Skeletttheile gesehen, auch ist eine Zurückführung des Mundskelettes auf bestimmte Bestandtheile des Armskelettes nicht von ihm versucht worden.

Meine Beobachtungen an den Jungen von Amphiura squamata haben mir gezeigt, dass die früher von mir versuchte Zurückführung des Mundskelettes der Ophiuren auf bestimmte Theile des Armskelettes sich auch entwicklungsgeschichtlich als begündet erweist, dass namentlich auch die paarigen Peristomalplatten Joh. Müller's, welche ich als umgewandelte erste Ambulacralstücke glaubte ansprechen zu müssen, durch die Art ihrer Entstehung die Berechtigung meiner Ansicht unterstützen.

Betrachtet man eine junge Amphiura squamata in dem Stadium, wie es in Fig. 23 dargestellt ist, von der Mundseite, so lassen sich im Bereiche eines jeden der fünf Strahlen neun Skelettanlagen in konstantester Lagerung erkennen. Eines von diesen neun jungen Skelettstücken liegt terminal und ist unpaar, die acht anderen aber liegen in vier Paare angeordnet rechts und links von der Mittellinie des Radius. Das unpaare Stück ist die schon oben besprochene junge Terminalplatte des Armes, welche jetzt noch eine an der Ventralseite offene Rinne für die Aufnahme des jungen Fühlers darstellt und erst später den letzteren von den Seiten her umwächst und endlich umschließt. Von den acht paarigen Skelettanlagen liegen zwei schwächer entwickelte Paare, A_1 und A_2, näher an der Medianebene des Radius und zugleich auch tiefer im Innern des Körpers, die beiden anderen aber, Ad_1 und Ad_2, sind stärker entwickelt, liegen oberflächlicher und zugleich auch etwas mehr von der Medianebene des Radius entfernt. Erstere besitzen die Form und die Lagerung, wie wir sie von den jungen Ambulacralstücken am Arm kennen gelernt haben. Auch ihre Lagebeziehung zu den beiden, jetzt schon angelegten Paaren der Mundfüßchen beweist, dass wir in ihnen die Anlagen der ersten beiden Wirbel vor uns haben, also das erste und zweite Paar der Ambulacralstücke. Die beiden anderen Paare junger Skelettstücke, Ad_1 und Ad_2, sind, wie der weitere Verlauf der Entwicklung zeigt, die beiden ersten Paare von Adambulacralstücken.

Die beiden Paare ambulacraler Skelettanlagen, A_1 und A_2, entwickeln sich trotz ihrer anfänglichen Ähnlichkeit sehr ungleich. Zunächst fällt auf, dass in dem Stadium, welches wir hier zuerst betrachten, das zweite Paar der Ambulacralanlagen, A_2, stärker entwickelt ist als das erste Paar A_1. Diese Ungleichheit wird noch merklicher in etwas

späteren Entwicklungsstufen, vgl. Fig. 22, und in früheren Stadien er-erkennt man, dass die Anlage der zweiten Ambulacralia überhaupt etwas früher auftritt als diejenige der ersten (d. h. der dem Munde zunächst gelegenen) Ambulacralia. Es bekommt dadurch die sonst gültige Regel, dass das am meisten adoral gelegene Paar von Ambulacralstücken immer auch das ältere und stärker entwickelte sei, ihre Ausnahme. Doch lässt sich diese Ausnahme durch die gewiss nicht unberechtigte Annahme erklären, dass die Umbildung des adoralen Theiles des Armskelettes zu einem besonderen eigenartig gestalteten Mundskelett nicht nur Umänderungen in den Formverhältnissen sondern auch in dem zeitlichen Auftreten der betreffenden Skelettstücke nach sich gezogen habe. Die späteren Entwicklungsstadien der Amphiura squamata lehren, dass die Differenz zwischen den beiden ersten Paaren von ambulacralen Skelettstücken immer größer wird. Die beiden Stücke des ersten Paares, A_1, werden nach und nach zu dünnen länglichen Kalkplättchen, welche immer tiefer in die Mundwinkel hineinrücken, niemals aber sich gelenkig mit einander verbinden, sondern im Gegentheil später aus einander rücken und schließlich in Gestalt der Peristomalplatten an die innere (dorsale) Seite der Mundeckstücke zu liegen kommen. In dem Stadium, welchem die Fig. 18 entnommen ist, sind sie auch schon von M. Schultze[1] abgebildet und als »löffelförmige Kalkplättchen, welche die Mundspalte begrenzen« beschrieben worden.

Ganz anders verläuft die Umbildung des zweiten Paares der ambulacralen Skelettanlagen, A_2. Sie gehen zunächst in die in Fig. 22 dargestellte Form über, welche man noch leicht auf die ursprüngliche dreistrahlige Anlage zurückführen kann. Die größte Länge eines jeden zweiten Ambulacralstückes liegt aber schon in diesem Stadium nicht — wie das an den Wirbelanlagen der Arme der Fall ist — in der Längsrichtung des Radius sondern quer. Der gedrungene mehrzackige mediane Theil, vgl. Fig. 22, ist aus der Umbildung des aboralen und des medianen adoralen Strahles der primären Anlage (Fig. 23) hervorgegangen, während der laterale adorale Strahl den verlängerten, schlanken, seitlichen Theil geliefert hat. In den folgenden Stadien treten die beiden Ambulacralia des zweiten Paares mit ihren medianen Theilen in Gelenkverbindung mit einander, während sie mit ihren lateralen Enden anfänglich nur eine dichte Aneinanderlagerung, dann aber eine immer inniger werdende Verwachsung mit den gleich zu besprechenden ersten Adambulacralstücken eingehen. Durch die Verbindung der zweiten Ambulacralstücke mit den ersten Adambulacral-

[1] l. c. Taf. I, Fig. 6 *d*.

stücken entstehen die Mundeckstücke der ausgebildeten Ophiure.

Von dem ersten Paare der Adambulacralstücke, Ad_1, ist besonders hervorzuheben, dass sie frühzeitig, vgl. Fig. 22, einen nach der Mittellinie des Radius und zugleich nach innen gerichteten Fortsatz entwickeln, welcher sich an die zweiten Ambulacralstücke anlegt und die spätere innige Verwachsung beider Skelettstücke (zur Bildung eines Mundeckstückes) einleitet. So weit die ersten Adambulacralia oberflächlich liegen bleiben, gestalten sie sich zu einer auch schon von M. Schultze abgebildeten Platte, deren Form aus Fig. 18 Ad_1 erhellt. Mit ihrem aboralen Rande grenzt diese Platte an die inzwischen entstandene Ventralplatte *V*; mit ihrer adoralen Spitze trägt sie, zusammen mit ihrem Partner, den Torus angularis, *To*; mit ihrem adradialen, konkaven Rande begrenzt sie den betreffenden Mundwinkel; ihr abradialer, konvexer Rand berührt in seinem adoralen Theile die erste Adambulacralplatte des anstoßenden Radius, während sich an seinen aboralen Theil die zweite Adambulacralplatte, Ad_2, anlegt.

Das zweite Paar der Adambulacralstücke, deren erste Anlage schon in dem Stadium der Figuren 17 und 23 deutlich erkennbar ist, bildet auf der Entwicklungsstufe der Fig. 18 in seiner Form den unverkennbaren Übergang zu den Adambulacralstücken oder Seitenplatten des Armes, vgl. Fig. 1. Eben so wie die letzteren sind auch die zweiten Adambulacralstücke in diesem Stadium so gebogen, dass sie nur zum Theil der ventralen Seite des jungen Thieres, zum anderen Theile aber der dorsalen Seite angehören. In den weiteren Stadien ändert sich das allerdings. Mit der stärkeren Entwicklung des Scheibenrückens werden die zweiten Adambulacralia ganz auf die ventrale Seite der jungen Ophiure gedrängt. In Fig. 18, 19, 25 liegen sie noch zum Theil auf der Dorsalseite. Sobald aber drei freie Armglieder zur Ausbildung gelangt sind, Stadium der Fig. 21, gehören sie ganz der Ventralseite an. Wie sich durch alle diese Stadien Schritt für Schritt verfolgen lässt, entstehen aus den zweiten Adambulacralstücken die Seitenmundschilder der fertigen Ophiure. — Auf einer Entwicklungsstufe, welche derjenigen der Fig. 18 unmittelbar vorausgeht, sind die zweiten Adambulacralstücke schon von M. Schultze[1] gesehen und abgebildet worden; er beschreibt sie als »keulenförmige Fortsätze, welche nach außen divergirend mit ihren Spitzen etwas über den Rand der Scheibe hervorragen« und er vermuthete ganz zutreffend die Entstehung der Seitenmundschilder oder, wie er sie nennt, »der seitlichen Leisten, welche die Mundschilder

[1] l. c. p. 42. Taf. I, Fig. 6 *d*.

der ausgebildeten Ophiure begrenzen« aus den »keulenförmigen Fortsätzen«. Zum Verständnis der M. SCHULTZE'schen Bezeichnung der zweiten Adambulacralstücke als »keulenförmig« und »mit der Spitze über den Rand der Scheibe hervorragend« will ich bemerken, dass das »keulenförmige, hervorragende Ende« durch eine Stachelanlage bewirkt wird, welche dem aboralen Rande des zweiten Adambulacralstückes aufsitzt — ich habe diese Stachelanlage, eben so wie die Stachelanlagen an dem aboralen Rande der übrigen Adambulacralplatten absichtlich in den Abbildungen der Tafel XI weggelassen, um die Figuren nicht unnöthig zu kompliciren. M. SCHULTZE hat nun die dem aboralen Rande des zweiten Adambulacralstückes aufsitzende Stachelanlage nicht als besonderes Gebilde unterschieden, sondern als einen Theil der zweiten Adambulacralplatte angesehen.

Was später METSCHNIKOFF [1] sehr unbestimmt als Anlagen der Maxillen bei Amphiura squamata beschreibt und abbildet, sind die Anlagen der ersten und zweiten Adambulacralplatten; er scheint die Anlagen jeder ersten und zweiten Adambulacralplatte zusammen für ein einziges aus zwei divergirenden Schenkeln gebildetes Stück zu halten.

Von dem Torus angularis und den demselben aufsitzenden Zähnen ist in den jüngsten Stadien, wie sie den Fig. 17, 22 und 23 entsprechen, noch keine Andeutung vorhanden. Erst später (vgl. Fig. 18) bemerkt man an den Mundecken eine senkrecht gestellte durchlöcherte Platte, *To*, welche die adoralen Spitzen der ersten Adambulacralstücke mit einander verbindet und auf ihrer dem Mundeingang zugekehrten Seite die Anlagen der Zähne (*Z*) trägt. Dieselbe ist auch schon von M. SCHULTZE [2] gesehen und als »Kaustück der Maxillen« oder »Zahnstück« bezeichnet worden.

IV. Entwicklung der übrigen Skeletttheile der Scheibe. Die ersten Skelettstücke, welche auf der dorsalen Seite der jungen Amphiura squamata auftreten, sind die fünf Terminalplatten der Arme und weiter centralwärts von ihnen fünf andere, gleichfalls in der Richtung der Radien gelegene Platten, die wir als primäre Radialia des Scheibenrückens bezeichnen wollen (vgl. Fig. 17). Schon oben habe ich angegeben, dass ich nicht mit aller wünschenswerthen Sicherheit konstatiren konnte, ob die Terminalia, wie ich das allerdings für sehr wahrscheinlich halte, früher angelegt werden als die Radialia. Da die Terminalia an der Spitze der Radien verbleiben und mit der Entwicklung der Arme immer weiter aus der Scheibe hinausrücken und da wir

[1] l. c. p. 18. Taf. IV, Fig. 16 *cc*.
[2] l. c. p. 12 und Tafelerklärung. Taf. I, Fig. 6 *c*.

dieselben schon bei Besprechung des Armskelettes betrachtet haben, so können wir dieselbe hier, wo wir nur das Scheibenskelett ins Auge fassen wollen, außer Acht lassen. Was nun die fünf primären Radialia des Scheibenrückens anbelangt, so sind dieselben nicht nur bei Amphiura squamata, sondern auch bei anderen Arten von früheren Forschern bereits öfters erwähnt worden. SCHULTZE [1], KROHN [2], AGASSIZ [3] und METSCHNIKOFF [4] sind darüber einig, dass der dorsale Theil des Scheibenskeletts anfänglich aus fünf radialen Stücken besteht, welche eine central gelegene sechste Platte umgeben. Diese sechste Platte, das Centrale, tritt bei Amphiura squamata in der Regel später auf als die fünf Radialia. M. SCHULTZE hat schon auf diesen Umstand aufmerksam gemacht und meine Beobachtungen haben das gleiche Resultat ergeben. In dem Stadium der Fig. 17 war meistens noch keine Spur des Centrale zu bemerken und wenn eine Anlage desselben vorhanden war, so war sie stets schwächer entwickelt als die Anlagen der fünf Radialia. Ganz unterdrückt aber wird die Entwicklung eines Centrale niemals und schon in dem Stadium der Fig. 19 findet man dasselbe wohlausgebildet. Diese sechs Kalkplatten des Scheibenrückens, die fünf Radialia und das eine Centrale, lassen sich in allen späteren Entwicklungsstadien wieder erkennen und sie sind es, welche bei so manchen Ophiuren auch im erwachsenen Zustande sich in Form einer Rosette aus der übrigen Beschuppung des Scheibenrückens hervorheben. Sie bleiben aber bei Amphiura squamata nicht in der anfänglichen dichten Aneinanderlagerung, sondern rücken mit dem Wachsthum der Scheibe aus einander, während sich intermediäre Skelettplatten zwischen sie einschieben.

Das Auftreten der intermediären Skelettplatten nimmt seinen Anfang im Umkreis des Centrale (Fig. 23). In der Richtung eines jeden Interradius tritt zwischen dem Centrale und zwei benachbarten Radialien eine intermediäre Platte auf. Schon in den nächsten Stadien vermehrt sich die Zahl der Intermediärplatten, zwischen je zwei Radialia schiebt sich eine ganze Reihe derselben ein und auch in radiärer Richtung hat sich zwischen dem Centrale und je einem Radiale eine intermediäre Platte entwickelt (Fig. 24). Weiterhin lässt sich eine bestimmte Gesetzmäßigkeit in dem Auftreten der Intermediärplatten nicht mehr konstatiren; es scheinen überall im Bereiche des dorsalen Scheiben-

[1] l. c. p. 40 und 41.

[2] A. KROHN, Über einen neuen Entwicklungsmodus der Ophiuren. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1857. Taf. XIV *B*, Fig. 8.

[3] l. c. 1864. Fig. 29.

[4] l. c. Taf. IV, Fig. 17.

perisoms neue Intermediärplatten zwischen und neben den einmal gebildeten sich anlegen zu können.

Bei den ausgebildeten Ophiuren werden bekanntlich als »Radialschilder« fünf Paare größerer Schilder bezeichnet, welche auf dem Rücken der Scheibe in der Nähe der Abgangsstellen der Arme sich befinden. Diese »Radialschilder« legen sich bei Amphiura squamata an dem äußeren Rande der primären Radialia an und sind in dem Stadium der Fig. 24 schon deutlich vorhanden. Später schieben sich auch zwischen sie und das primäre Radiale intermediäre Platten ein.

Wenn wir nun noch einmal zurückkehren zu dem Stadium der Fig. 19, so haben wir dort in der Richtung eines jeden Interradius, nach außen von der Berührungslinie je zweier Radialia noch je ein Skelettstück liegen, welches wir allein von allen bis jetzt noch nicht beachtet haben. Dieses Skelettstück ist auch schon von M. Schultze gesehen worden, wie aus seiner Beschreibung und Abbildung zweifellos hervorgeht; er nennt diese fünf Stücke »interbrachiale Dorsalschuppen«. M. Schultze hat aber die Bedeutung derselben verkannt und es ist namentlich irrthümlich von ihm, wenn er die Mundschilder der fertigen Ophiure unabhängig von jenen »interbrachialen Dorsalschuppen« entstehen lässt; denn wie ich gleich bemerken will, diese fünf anfänglich dorsal gelegenen interradialen Skelettplatten sind nichts anderes als die jungen Mundschilder. M. Schultze's andere Auffassung erklärt sich wohl daraus, dass er die verschiedenen Stadien »nicht in vollständiger Reihe hat verfolgen können«. Von Anfang an grenzen die jungen Mundschilder (Fig. 19) an die sich zu den Seitenmundschildern umgestaltenden zweiten Adambulacralstücke und behalten diese Lagebeziehung unabänderlich bei. Und eben so wie die zweiten Adambulacralplatten so rücken auch die jungen Mundschilder mit der weiteren Ausdehnung des Scheibenrückens und namentlich auch der intermediären Skelettplatten des letzteren ganz auf die Bauchseite.

Bei der ausgebildeten Ophiure ist wie allbekannt eines der fünf Mundschilder zugleich Madreporenplatte. Diese Beziehung zum Wassergefäßsystem tritt schon auf, wenn die Mundschilder noch ganz der Rückenseite des jungen Thieres angehören. Man findet nämlich dann schon, dass eines der fünf späteren Mundschilder sich vor den vier anderen durch seine Größe auszeichnet (Fig. 19, *M* und Fig. 20) und zugleich einen Porus umschließt, welcher, wie die genauere Untersuchung lehrt, die Eingangsöffnung in den jungen Steinkanal ist. Die Madreporenplatte tritt auch in ihrer ersten Anlage etwas früher auf als die vier anderen Mundschilder und ist schon vorhanden, bevor von den anderen sich auch nur eine Spur zu erkennen giebt (Fig. 17 *M*). Der

Porus der jungen Madreporenplatte liegt niemals genau in der Mitte derselben, sondern weicht etwas ab in der Richtung nach einem anstoßenden Radius und zwar stets nach demjenigen Radius, welcher, wenn man das Thier von der Rückseite betrachtet, links herum (umgekehrt wie der Zeiger der Uhr) der nächste ist. Es ist beachtenswerth, dass das ganz dieselbe Lageverschiebung ist, die auch bei den erwachsenen Ophiuren konstant wiederkehrt[1] und welche auch der primäre Kelchporus der Antedonlarve zeigt[2].

Schließlich verdienen noch die Reste des Larvenskelettes Erwähnung, welche man in Stadien, die nicht älter sind als das in Fig. 17 und 23 gezeichnete, stets vorfindet. Wie zuerst von M. Schultze[3] beobachtet wurde, entwickelt sich bei den Jungen der Amphiura squamata, obwohl sie in den Bursae ihre ganze Entwicklung ohne eigentliches Pluteusstadium durchmachen, dennoch, wenn auch weniger ausgebildet, das für die Pluteusstadien anderer Ophiuren charakteristische Skelett. Von diesem Skelette hat Metschnikoff[4] eine nähere Beschreibung gegeben, welche ich nach meinen Beobachtungen durchaus bestätigen kann. Als letzte Überbleibsel des rudimentären Pluteusskelettes, welches hier wie bei anderen Ophiuren nicht abgeworfen sondern resorbirt wird, findet man in dem Stadium der Fig. 17 und 23 in einem Interradius des Körpers einige kleine unregelmäßig geformte Kalkstückchen (x), die fast sämmtlich der Rückseite des jungen Thieres angehören; in den nächst älteren Entwicklungsstufen der jungen Amphiuren sind auch diese letzten Reste des Larvenskelettes vollständig verschwunden und der Resorption anheimgefallen. So weit sind meine Beobachtungen nicht mehr als eine Konstatirung der schon von Anderen gemachten Funde. Was ich aber als bisher unbeachtet betonen möchte ist der Umstand, dass der Interradius, in welchem sich das Larvenskelett findet, stets und immer derselbe ist. Wenn man von dem Interradius der Madreporenplatte ausgeht und das Thier von der Rückseite betrachtet, so ist der Interradius des Larvenskelettes ausnahmslos der zweite, welcher nach rechts herum (also in der Richtung, wie sich der Zeiger der Uhr bewegt) auf den Interradius der Madreporenplatte folgt;

[1] Vgl. Ludwig, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIV. 1880. p. 336 (Morphol. Studien an Echinod. II. Bd. p. 60).

[2] Vgl. Ludwig, Über den primären Steinkanal der Crinoideen. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIV. 1880. Taf. XII, Fig. 2 (Morphol. Studien an Echinod. Bd. II).

[3] l. c. Taf. I, Fig. 2—5.

[4] l. c. p. 15 sqq. Taf. III, Fig. 6; Taf. IV, Fig. 7—11, 13, 17.

nach links liegen zwischen dem Rest des Larvenskelettes und der Madreporenplatte zwei Radien und ein Interradius, nach rechts aber drei Radien und zwei Interradien. In METSCHNIKOFF's Abbildung, Taf. IV, Fig. 17, ist die eben besprochene Beziehung zwischen dem Interradius des Larvenskelettrestes und dem Interradius der Madreporenplatte auch schon deutlich zu erkennen, doch finde ich nirgends, dass der genannte Forscher darin ein durchaus gesetzmäßiges Verhalten erkannt hätte. Es ist diese gesetzmäßige Lagebeziehung aber nicht ohne Interesse, denn sie giebt uns einen Fingerzeig für die Lösung der schwierigen Frage, in welchem Verhältnisse die Körperregionen des fertigen Echinoderms zu den Körperregionen der bilateralen Larve stehen. Auf die weitere Erörterung dieser Frage will ich mich hier aber desshalb nicht einlassen, weil ich in Bälde in der Lage sein werde dieselbe an der Hand der Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa, wo zwischen Larve und fertigem Seestern ähnliche Verhältnisse obwalten, ausführlich zu besprechen — ich werde mir dann erlauben auf die hier für Amphiura squamata konstatirte Gesetzmäßigkeit in der Lagebeziehung eines reinen Larventheiles zu einem der wesentlichsten Organe des ausgebildeten Echinoderms zurückzukommen.

Gießen, 10. Juni 1881.

Erklärung der Abbildungen.

Häufiger angewandte Buchstabenbezeichnung:

A_1, A_2, erstes, zweites Ambulacrale;
Ad_1, Ad_2, Ad_3 etc., erstes, zweites, drittes etc. Adambulacrale
C, Centrale;
M, Madreporenplatte;
O, Orale (Mundschild);
R, primäres Radiale;
Ra, »Radiale« des fertigen Thieres;
T, Terminale;
V, *V'*, Ventralplatten;
X, Reste des Larvenskelettes;
x........*x*, Medianlinie des Armes (Fig. 1—4).

Tafel X.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind bei einer 220fachen Vergrößerung mit Hilfe der Camera gezeichnet. Überall ist das adorale Ende der Abbildungen mit * bezeichnet.

Fig. 1. Ansicht einer jungen Seitenplatte eines Armgliedes von der Ventralseite gesehen. Dem aboralen Rande sitzen zwei junge Stachel (*St*) auf. Neben der Seitenplatte liegt in der Medianlinie des Armes eine junge Ventralplatte.

Fig. 2. Erste Anlage eines Wirbels, d. h. der beiden später zu einem Wirbel verwachsenden Ambulacralstücke, von der Dorsalseite gesehen.

Fig. 3. Eine etwas ältere Wirbelanlage in derselben Ansicht; die jungen Ambulacralstücke sind noch dreistrahlig.

Fig. 4. Die Bildung von Gabelfortsätzen und Maschen hat begonnen. Dorsalansicht.

Fig. 5—16. Spätere Entwicklungsstadien der Wirbel in verschiedenen Ansichten.

Fig. 5. Dorsalansicht.

Fig. 6, 7 und 12. Ein späteres Stadium in der Dorsalansicht Fig. 6, in der Ventralansicht Fig. 7, und in einer Seitenansicht Fig. 12.

Fig. 8, 9 und 11. Ein noch späteres Stadium in der Dorsalansicht Fig. 8, in der Ventralansicht Fig. 9, und in einer Seitenansicht Fig. 11.

Fig. 10. Seitenansicht eines Stadiums, welches älter als das Stadium der Fig. 13 und 14, aber jünger als das Stadium der Fig. 15 und 16 ist.

Fig. 13 und 14. Dorsalansicht und Ventralansicht desselben Stadiums.

Fig. 15 und 16. Dorsalansicht und Ventralansicht eines noch älteren Stadiums.

In den Figuren 6—16 sind an den Gelenkseiten die Gelenkhöcker und Gelenkgruben mit Ziffern bezeichnet; die Gelenkhöcker mit arabischen, die Gelenkgruben mit lateinischen Ziffern; mit *1*(*I*) der mediane Gelenkhöcker (Gelenkgrube), mit *2*(*II*) und *3*(*III*) die lateralen Gelenkhöcker (Gelenkgruben). *F* bedeutet die Grube für den Ansatz des Füßchens, F^1 die diese Grube von der Dorsalseite her überdeckende Kalkplatte.

Tafel XI.

Die Figuren 17—20, 22 und 23 sind bei 220facher, die Figuren 21, 24 und 25 bei 140facher Vergrößerung gezeichnet. In den Figuren 18, 19, 21, 24, 25 sind die Stachelanlagen an dem aboralen Rande der Adambulacralplatten weggelassen.

Fig. 17 und Fig. 23 stellen das Skelett desselben jungen Thieres in der Dorsalansicht Fig. 17, und in der Ventralansicht Fig. 23 dar.

Fig. 22 stellt die zu einem Radius gehörigen Skelettanlagen eines etwas älteren Thieres in der Ventralansicht dar.

Fig. 18. Theil der Ventralansicht eines späteren Stadiums. *V'*, ganz junge Ventralplatte; *V*, ältere Ventralplatte; *To*, Torus angularis; *Z*, Zahnanlage.

Fig. 19. Ein Stadium, welches jünger als das der Fig. 18, aber älter als das der Figuren 17, 23 und 22 ist, von der Dorsalseite gesehen.

Fig. 20. Die Madreporenplatte der vorigen Figur in derselben Ansicht, aber isolirt.

Fig. 25. Ein Stadium, welches dem der Fig. 18 entspricht, bei schwächerer Vergrößerung, von der Dorsalseite. Zwischen dem Centrale und den primären Radialia beginnen intermediäre Platten aufzutreten.

Fig. 21. Ein älteres Stadium in derselben Ansicht. Die Bildung intermediärer Platten ist fortgeschritten.

In Fig. 21 und 25 sind nur die eben erst angelegten Intermediärplatten ausgezeichnet, die übrigen Platten aber, eben so wie die sämmtlichen Platten der Fig. 24 nur durch Umrisse angedeutet.

Fig. 24. Ein noch älteres Stadium. Es haben sich noch mehr intermediäre Platten gebildet, darunter auch die sog. »Radialia« der erwachsenen Ophiure.

Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa Forbes.

Preisgekrönt von der kgl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen.

Mit Tafel I—VIII und 12 Holzschnitten.

I. Einleitung.

Die kgl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen hat für das Jahr 1881 das folgende Preisausschreiben ergehen lassen: »Die kgl. Societät verlangt eine auf neue Untersuchungen gestützte Darstellung derjenigen Entwicklungsvorgänge, durch welche die Gestaltung des ausgebildeten Echinodermenleibes herbeigeführt wird. Es soll darin, im Anschluss an die gesicherten Kenntnisse von der Embryonalentwicklung der Echinodermen, besonders gezeigt werden, in welcher Weise das Thier aus der Larvenform bis zur völligen Anlage sämmtlicher Organsysteme erwächst. Dabei bleibt es der Untersuchung überlassen, ob an einer charakteristischen Art der Entwicklungsvorgang in allen Einzelheiten erforscht wird, oder ob durch die Feststellung der Entwicklung verschiedener Formen ein für den ganzen Kreis geltendes Verhalten dargelegt wird; in letzterem Falle müsste aber die Untersuchung so weit eindringen, dass die hauptsächlichen Übereinstimmungen und Abweichungen in der Ausbildung der Organsysteme bei den verschiedenen Echinodermenformen von ihrem frühesten Auftreten an gekennzeichnet werden.«

Dieses Ausschreiben hat die hier vorliegende Untersuchung angeregt, in welcher der Entwicklungsgang eines Seesternes, der Asterina gibbosa Forbes, vom Eie an bis zur Fertigstellung des ausgebildeten jungen Seesternes in ausführlicher Weise dargelegt wird. Der Haupt-

schwerpunkt musste nach der Forderung des Ausschreibens auf die Stadien der Metamorphose der Larve in den Stern gelegt werden; denn gerade hier brachen fast alle Untersuchungen, die wir über Echinodermenentwicklung besitzen, ab oder waren doch so fragmentarisch und unzulänglich, dass sich bis jetzt ein klares Bild von den Vorgängen der Metamorphose der Echinodermen kaum gewinnen ließ. Diese Lücke machte sich bei den erfreulichen und umfassenden Fortschritten, welche die letzten Jahre bezüglich der Anatomie, der Systematik, der geographischen und paläontologischen Verbreitung, so wie auch der Embryonalentwicklung der Echinodermen aufzuweisen haben, immer empfindlicher geltend. Es erklärt sich aber diese geringe Kenntnis der Metamorphose der Echinodermen aus den Schwierigkeiten, mit welchen die darauf gerichteten Untersuchungen zu kämpfen haben. Die Larven der meisten Echinodermen sind pelagische Thiere, die aber beim Übergang in das Echinoderm ihre pelagische Lebensweise aufgeben, auf den Meeresboden herabsinken und dort die Gestaltung des mütterlichen Thieres erreichen. Wenn es auch bei einer Reihe von Arten mit Hilfe gut eingerichteter Aquarien gelingt, die Larven aus den Eiern zu erziehen, so sterben dieselben doch fast immer in denjenigen Stadien ab, in welchen sich die Metamorphose vollzieht — offenbar, weil hier im freien Leben mit der Metamorphose ein Wechsel der Lebensverhältnisse Hand in Hand geht, den künstlich in Aquarien zu ermöglichen bis jetzt nicht gelungen ist.

Ich musste mich also zur Erreichung meines Zweckes nach den weniger zahlreichen Fällen umsehen, in welchen die Larven auch während der Metamorphose die Möglichkeit bieten sie in Aquarien zu züchten und so Schritt für Schritt in ihrer Entwicklung zu verfolgen. Dabei war ich selbstverständlich in der Wahl des Untersuchungsobjektes weiterhin beschränkt auf die an unseren europäischen Küsten vorkommenden Formen. Von diesen wieder glaubte ich von vorn herein die Holothurien ausschließen zu müssen, da man bei dem heutigen Stande unserer morphologischen Kenntnisse die Holothurien als die relativ am weitesten vom Grundtypus eines Echinoderms entfernte Formengruppe betrachten muss. Bei den Crinoideen war nur Antedon rosacea in Betracht zu ziehen. Nun aber sind gerade über diese Form neue Untersuchungen vorhanden, die sich auch, freilich nicht erschöpfend, auf die Metamorphose beziehen. Auch die Isolirtheit, in welcher sich die Comatuliden als letzte Ausläufer einer im Laufe der Zeiten vielfach umgebildeten und äußerst formenreichen Echinodermengruppe befinden, ließ mich daran zweifeln, ob man für die Erforschung der Metamorphose die Antedon rosacea als eine »charakteristische Art« bezeichnen könne. Ferner

leiden alle Ergebnisse, zu welchen man bei der Entwicklungsgeschichte der Antedon rosacea gelangt, unter dem Umstande, dass man für ihre vergleichende Benutzung sofort zu anderen Echinodermengruppen greifen muss ohne die Möglichkeit zu haben, sie durch Vergleichung mit der Entwicklung anderer Crinoideen ihres zu speciellen Charakters zu entkleiden. So blieben also noch die Echinoideen, Ophiuren und Asterien zur Auswahl übrig. Unter den Echinoideen unserer europäischen Küsten ist bis jetzt keine Art bekannt, welche die Möglichkeit giebt ihre Larven durch die ganze Zeit der Metamorphose hindurch zu züchten, vorausgesetzt, dass man nicht viel längere Zeit an der See verweilen kann als meine Verhältnisse es mir gestatteten. Unter den Ophiuren wäre einzig und allein die lebendig gebärende Amphiura squamata für unseren Zweck geeignet gewesen, hier aber konnte man mit Recht einwerfen, dass der Entwicklungsgang durch die eigenthümliche Brutpflege von seiner typischen Bahn abgelenkt worden sei. Die übrigen Ophiuren aber musste ich aus demselben Grunde bei Seite lassen wie die Echinoideen. Dafür aber bot sich unter den Asterien, die man ja ohnehin mit Recht als eine der typischsten Gestaltungsformen der Echinodermen betrachtet, eine Art dar, die Asterina gibbosa Forbes, welche nach den kurzen Notizen, die in den letzten Jahren über ihre Fortpflanzungsdauer und ihren Entwicklungsmodus durch LACAZE-DUTHIERS[1], BARROIS[2] und GIARD[3] bekannt geworden sind, alle Gewähr dafür bot, dass man bei ihr mit Leichtigkeit alle Stadien der Embryonalentwicklung und der Metamorphose innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Zeit und in beliebiger Menge durch Züchtung in Aquarien erhalten könne. Da Asterina gibbosa an den Küsten der Nord- und Ostsee nicht vorkommt, im Mittelmeere aber zu den gemeinsten Thieren der Strandfauna gehört, so begab ich mich im Frühling des Jahres 1880 in die zoologische Station zu Neapel, woselbst meine Erwartungen nicht getäuscht wurden.

Es gelang leicht die jungen Asterinen vom Eie an durch alle Stadien zu züchten. Dafür aber boten sich andere Schwierigkeiten dar, welche die Untersuchung zu einer langwierigen und mühevollen machten. Namentlich der Umstand, dass die Eier und Larven auf allen Stadien der Entwicklung mehr oder weniger undurchsichtig sind, wirkte sehr erschwerend und konnte nur durch geeignete Untersuchungsmethoden überwunden werden. Am lebenden Objekte ist verhältnismäßig nur äußerst wenig zu beobachten; fast Alles musste an aufgehellten,

[1] Comptes rendus. T. 78. 1874. p. 24.
[2] Journal de l'anat. et de la physiol. 15 année. 1879. p. 1. Pl. I, II.
[3] Bulletin scientifique du département du nord. 2. Sér. 1 Année. 1878. Nr. 11. p. 297.

gefärbten oder ungefärbten, Exemplaren oder an Schnitten untersucht werden. Dazu kam, dass ich durch äußere Verhältnisse gezwungen wurde, früher als ich wünschte von Neapel zurückzureisen, und dadurch die Züchtung nicht weiter, namentlich nicht bis zur Anlage der Geschlechtsorgane, fortsetzen konnte. Dann kamen Wechsel von Wohnort und Amt, so dass die Zeit, die mir zur Verfügung stand, nur eine äußerst beschränkte und von Störungen aller Art erfüllte war. Man wird es also, wie ich hoffe, entschuldbar finden, dass ich in dieser Abhandlung manche Vorgänge der Entwicklung nicht so ausführlich und bis auf alle kleinen Einzelheiten eindringend zur Darstellung bringen konnte wie es mir selbst erwünscht gewesen wäre; an manchen Stellen musste ich mich für die Vergleichung mit den Entwicklungserscheinungen anderer Echinodermen auf kurze Andeutungen beschränken.

Diese einleitenden Bemerkungen kann ich nicht schließen, ohne an dieser Stelle dem kgl. preußischen Unterrichtsministerium für Bewilligung eines Arbeitsplatzes in der zoologischen Station zu Neapel, so wie der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin für Bewilligung einer Geldsumme zur Fortsetzung meiner Echinodermenstudien meinen tiefgefühlten Dank auch öffentlich auszusprechen.

II. Eiablage; Befruchtung; Furchung und Gastrulabildung.

Nachdem ich in Neapel in den Aquarien, in welche ich eine größere Anzahl von Asterina gibbosa eingesetzt hatte, schon einige Zeit hindurch vergeblich nach Eiern gesucht hatte, fand ich endlich am 21. April die ersten Eier. Nun ließ ich so viel Asterinen als in den nächsten Tagen aufzutreiben waren herbeischaffen und vertheilte dieselben in eine größere Anzahl größerer und kleinerer Wasserbehälter; zugleich gab ich in die Behälter einige Steine, da aus den Angaben von Lacaze-Duthiers[1] zu entnehmen war, dass die Thiere ihre Eier mit besonderer Vorliebe an Steine festkleben. Indessen beschränkten sich meine Thiere durchaus nicht nur auf die Steine, sondern benutzten auch die Wände der Wasserbehälter, so wie auch die Pflanzen, die sich in einigen Behältern befanden, zur Befestigung ihrer Brut. Auf solche Weise erhielt ich in den nächsten acht Tagen eine Menge von Eiablagen mit einer Unzahl von Eiern.

Die Eier werden von dem Weibchen, während dasselbe ganz allmählich über die Unterlage sich fortschiebt, an letztere festgeklebt. Als Klebstoff wird die Substanz der glashellen äußeren Hülle des Eies benutzt, welche beim Austritte der Eier aus den Genitalöffnungen eine

[1] Comptes rendus. T. 78. 1874. p. 24—30.

zähflüssige klebrige Beschaffenheit besitzt und erst später oberflächlich erhärtet. Die Eier werden meist dicht neben einander aber ohne bestimmte Ordnung abgelegt und zwar scheint jedes Weibchen, wenn es während der Eiablage nicht gestört wird, seinen gesammten Vorrath an reifen Eiern in continuo abzulegen. Die frischgelegten Eier haben durchschnittlich eine Größe von 0,5 mm und sind ihrer Form nach ziemlich genau kugelrund, mitunter ein klein wenig länglich. Sie bestehen aus der völlig undurchsichtigen Dotterkugel und einer dieselbe umhüllenden glashellen Schicht, welch' letztere einen Dickendurchmesser von durchschnittlich 0,09 mm besitzt. Die an das Deutoplasma gebundene Färbung der Dotterkugel ist bald ein reines Gelb, bald mehr orangefarben, bald ein Gelb mit einer deutlichen Beimischung von Rosa. Diese Farbendifferenz, die vielleicht mit Nahrungsverhältnissen in Zusammenhang steht, zeigt sich nur zwischen Eiern verschiedener Individuen; die Eier eines und desselben Individuums sind unter einander immer gleichmäßig gefärbt.

Von besonderem Interesse war mir die Beobachtung, dass bei Asterina etwas einer Begattung Ähnliches vorkommt. Während nämlich ein Weibchen mit der Eiablage beschäftigt ist, findet man stets in seiner Gesellschaft ein, zwei oder drei Männchen, welche sich so dicht an das Weibchen herandrängen und mit ihren Armen sich in solch' enger Weise über und unter die Arme des Weibchens schieben, dass der austretende Samen seinen Weg vorwiegend an die Unterseite des Weibchens und damit an die dort austretenden Eier nehmen muss. In Fig. 1 habe ich ein Weibchen und zwei Männchen genau in der eben erwähnten und häufig von mir beobachteten Haltung abgebildet. Männliche und weibliche Thiere unterscheiden sich in diesem Zeitpunkte gewöhnlich auch durch eine etwas verschiedene Färbung des Körpers. Während auf der Oberseite des Weibchens im Allgemeinen ein kräftiges Grün vorwaltet, ist der Grundton des Rückens beim Männchen ein fahles Blaugrün.

Derartige Fälle von Farbenverschiedenheit beider Geschlechter bei Echinodermen sind in geringer Zahl bereits bekannt. So macht A. Agassiz[1] darauf aufmerksam, dass bei Asterias pallida und A. berylinus so wie auch bei Seeigeln beide Geschlechter zur Zeit der Fortpflanzung verschieden gefärbt sind. Ferner hat Studer[2] sexuelle Farbenverschiedenheiten bei Oreaster turritus und bei Ophiothrix Petersi wahrgenommen.

Wenn man in einem Zeitpunkte, wie er in der vorhin angeführten Abbildung (Fig. 1) festgehalten ist, die Eier unter das Mikroskop

1 North American Starfishes. 1877. p. 3—4.

2 Zoolog. Anzeiger. 1880. Nr. 68. p. 545—546.

bringt, so findet man sie von zahlreichen Zoospermien umschwärmt. Das Weibchen verweilt nun aber nicht über den abgelegten und befruchteten Eiern um dieselben schützend zu überdecken, etwa so wie es von Echinaster sanguinolentus bekannt ist, sondern verlässt den Eierhaufen. Eine eigentliche Brutpflege, wie wir sie in verschiedenartigster Weise bei vielen Echinodermen kennen gelernt haben[1], kommt also bei Asterina nicht vor.

Von dem Furchungsprocess der Asterina-Eier habe ich nur diejenigen Verhältnisse studirt, welche sich an dem lebenden Eie unmittelbar zur Anschauung bringen lassen. Auf eine Erforschung der feineren Vorgänge im Inneren der Eizelle und der Furchungskugeln habe ich ebenso wie auf eine Ermittelung des Befruchtungsvorganges verzichtet, einmal weil die Behandlung dieser Fragen mich von meiner nächsten Aufgabe zu weit abgeführt hätte, dann aber und besonders aus dem Grunde, weil die Eier der Asterina wegen ihrer Undurchsichtigkeit für derartige Studien ein verhältnismäßig so ungünstiges Objekt sind, dass die aufgewandte Mühe voraussichtlich in sehr schroffem Gegensatze zu dem etwaigen Resultate gestanden haben würde.

Was nun den Furchungsprocess selbst anbelangt, so verläuft derselbe, wenn wir von größeren und kleineren keineswegs seltenen Unregelmäßigkeiten absehen, in der Regel in folgender Weise. Die beiden ersten Furchungskugeln sind fast gleich groß; ihre geringe Größendifferenz ist oft so wenig ausgesprochen, dass sie kaum bemerkbar wird. Bezüglich ihrer Zusammensetzung verhalten sie sich ganz ähnlich. Niemals gelang es mir mit Sicherheit zu konstatiren, dass in der einen die Deutoplasmaelemente in größerer Menge angehäuft seien als in der anderen. Die etwas kleinere obere der beiden ersten Furchungszellen wollen wir mit *I*, die größere untere mit *II* bezeichnen. Beide theilen sich, jedoch die Zelle *I* etwas früher als *II*, so dass wir vorübergehend ein dreizelliges Furchungsstadium bekommen (vgl. Fig. 2). Die aus der Theilung von *I* entstandenen Zellen wollen wir *I, 1* nennen. Die Theilungsebene der beiden Zellen *I, 1* steht senkrecht zur Theilungsebene der beiden ersten Furchungskugeln. Bald theilt sich nun auch die Zelle *II* in zwei Hälften, die *II, 1* heißen mögen. Die Theilungsebene der beiden Zellen *II, 1* ist aber nicht etwa die auf die Zelle *II* übergreifende Theilungsebene der Zellen *I, 1*, sondern bildet mit letzterer, so wie auch mit der Theilungsebene der beiden ersten Furchungskugeln einen rechten Winkel. Man muss also das Ei aus der Lage, welche es

[1] Über Brutpflege bei Echinodermen vgl. namentlich die Zusammenstellung, welche Studer im Zoolog. Anzeiger 1880, Nr. 67 und 68 gegeben hat.

in Fig. 2 hat, nach links oder rechts drehen um sich von der stattgefundenen Theilung der Zelle *II* zu überzeugen (Fig. 4). Dreht man das vierzellige Stadium nicht, sondern belässt man dasselbe in der Stellung der Fig. 2, so unterscheidet es sich von dem dreizelligen Stadium nur dadurch, dass die allein sichtbare der beiden Zellen *II, 1* mehr abgerundet ist als es die ungetheilte Zelle *II* vorhin war (vgl. Fig. 3). An den vier Zellen, aus welchen das Ei nunmehr besteht, macht sich jetzt schon eine Lageverschiebung bemerklich, welche in der nächsten Zeit zu immer deutlicherem Ausdrucke gelangt. Es hört nämlich die Berührungsfläche zwischen *I* und *II* und deren Abkömmlingen *I, 1* und *II, 1*, welche anfänglich eine horizontale Ebene war, immer mehr auf eine solche zu sein. Es geschieht dies dadurch, dass die beiden Zellen *I, 1* mit dem ihrer gegenseitigen Berührungsfläche entgegengesetzten Theile sich immer mehr nach unten vorschieben und dass umgekehrt die beiden Zellen *II, 1* gleichfalls mit dem ihrer gegenseitigen Berührungsfläche entgegengesetzten Theile sich immer mehr nach oben vordrängen. Auf solche Weise schieben sich (vgl. Fig. 4) die Zellen *I, 1* rechts und links nach abwärts zwischen die Zellen *II, 1*, indem sie die gegenseitige Berührungsfläche der beiden Zellen *II, 1* zugleich verkleinern, und umgekehrt schieben sich die beiden Zellen *II, 1* vorn und hinten in die Furche zwischen den beiden Zellen *I, 1*. Dreht man in diesem Stadium das Ei aus der Lage, welche es in Fig. 3 hatte, so um eine quere Achse, dass man von oben auf die Zellen *I, 1* blickt, so bekommt man das in Fig. 5 gezeichnete Bild. Dreht man das Ei um dieselbe Achse aber so, dass die Zellen *II, 1* nach oben zu liegen kommen, so erhält man eine Ansicht wie in Fig. 6. Auch der Vergleich der Fig. 5 mit Fig. 6 lehrt, dass die immer kleiner werdende Berührungsebene zwischen den beiden Zellen *I, 1* rechtwinklig steht zu der ebenfalls immer kleiner werdenden Berührungsebene der beiden Zellen *II, 1*. Weiterhin umgreifen sich die beiden aus je zwei Zellen bestehenden Zellengruppen (die beiden Zellen *I, 1* und die beiden Zellen *II, 1*) gegenseitig immer mehr, bis schließlich ein Stadium erreicht wird (vgl. Fig. 7), in welchem man bei erster flüchtiger Betrachtung fast glaubt vier in gleichartiger Weise um die Achse des Eies gelegene Furchungszellen vor sich zu haben, die so angeordnet sind, dass sich ihre Berührungsebenen zur Kugelgestalt des Eies wie Meridianebenen verhalten. Die genauere Untersuchung lehrt aber, dass auch hier noch Differenzen in Form und Lagerung der Zellen *I, 1* und *II, 1* vorhanden sind. Die Zellen *I, 1* ragen am oberen Pole des Eies über die Zellen *II, 1* hervor, während umgekehrt am unteren Pole die Zellen *II, 1* über die Zellen *I, 1* hinausreichen. Ferner fällt die ungleiche Abrundung der vier Zellen an ihrem oberen und unteren Ende auf: sämmtliche vier

haben von außen betrachtet eine eiförmige Gestalt; bei den beiden Zellen *I, 1* liegt aber das stumpfere Ende der Eiform nach dem oberen Pole des Eies gerichtet, das spitzere Ende nach dem unteren Pole, während umgekehrt das stumpfere Ende der beiden Zellen *II, 1* nach unten, das spitzere Ende nach oben liegt. Vom oberen Pole aus betrachtet sieht man, dass die beiden Zellen *I, 1* sich daselbst auch jetzt noch eine ganz kurze Strecke weit berühren, während am unteren Pole die beiden Zellen *II, 1* in ähnlicher Weise eine kurze und noch immer zur Berührungsfläche der Zellen *I, 1* rechtwinklig gestellte Berührungsfläche besitzen.

Das nächste Stadium des Furchungsprocesses wird dadurch erreicht, dass die vier vorhandenen Zellen sich quer zu ihrer Längsachse in je zwei unter sich ziemlich gleich große Zellen theilen; die neu auftretenden vier horizontalen Theilungsebenen liegen aber nicht in gleicher Höhe, sondern entsprechend den Lageverhältnissen der vier Mutterzellen liegen die beiden Theilungsebenen zwischen den Theilstücken der beiden Zellen *I, 1* etwas höher, d. h. näher zum oberen Pole des Eies, als die beiden Theilungsebenen zwischen den Theilstücken der beiden Zellen *II, 1*. Die aus der Theilung der beiden Zellen *I, 1* entstandenen vier Zellen wollen wir *I, 2* und die aus der Theilung der beiden Zellen *II, 1* entstandenen vier Zellen *II, 2* nennen. In dem jetzt gebildeten achtzelligen Furchungsstadium, wie es Fig. 8 darstellt, bilden die vier Zellen *I, 2* einen unvollständigen nach unten nicht geschlossenen Ring; die vier Zellen *II, 2* bilden in ähnlicher Weise einen unvollständigen, aber nach oben nicht geschlossenen Ring, der zugleich rechtwinklig zu dem unvollständigen Ringe der Zellen *I, 2* gestellt ist. Beide Ringe greifen also, um ein Beispiel zu gebrauchen, so in einander wie zwei Glieder einer Kette oder wie zwei in einander gehakte Finger.

Aus diesem achtzelligen Furchungsstadium entsteht nunmehr ein sechzehnzelliges und zwar in der Weise, dass alle acht Zellen sich durch eine meridiane Theilungsebene theilen; die aus der Theilung der vier Zellen *I, 2* entstehenden acht Zellen nennen wir *I, 3* und die aus der Theilung der vier Zellen *II, 2* nennen wir *II, 3*. Es entstehen also aus dem oberen vierzelligen Halbringe der Fig. 8 jetzt zwei neben einander gelegene Halbringe, von denen ein jeder vier Zellen zählt und ebenso bilden sich aus dem Halbringe der vier Zellen *II, 2* in Fig. 8 jetzt zwei neben einander gelegene, je vier Zellen zählende Halbringe. Die beiden oberen aus den Zellen *I, 3* zusammengesetzten Halbringe bleiben aber nicht parallel neben einander liegen, sondern weichen in der Mitte, in der Umgebung des oberen Poles des Eies etwas aus einander und ebenso verhalten sich die beiden unteren aus den Zellen *II, 3* gebildeten

Halbringe am unteren Pole. Denkt man sich jetzt das Ei aus der Stellung, welche es in Fig. 8 hatte, um 90⁰ von links nach rechts oder von rechts nach links gedreht, so erhält man das in Fig. 9 wiedergegebene Bild. Während man in diesem 16zelligen Stadium meist noch deutlich wahrnehmen kann, dass die Zellen *I*, *3*, also die Abkömmlinge der oberen mit *I* bezeichneten ersten Furchungskugeln, etwas kleiner sind als die Zellen *II*, *3*, wird diese Größendifferenz von nun an immer unmerklicher. In Folge dessen ist es in den folgenden Stadien nicht mehr möglich die Abkömmlinge der beiden ersten Furchungszellen mit Bestimmtheit von einander zu unterscheiden.

Wenn durch weitere Theilung der sechzehn Zellen des zuletzt betrachteten Stadiums ungefähr die doppelte Anzahl von Zellen gebildet ist, so umgeben dieselben in einschichtiger Anordnung einen inneren Hohlraum, bilden also eine Blastosphaera (vgl. Fig. 10). Bezüglich des inneren Hohlraumes ist bemerkenswerth, dass derselbe schon sehr frühzeitig auftritt. Schon in dem vierzelligen Furchungsstadium lassen die Zellen in der Mitte des Eies einen kleinen Spaltraum zwischen sich frei, der von hier an durch alle folgenden Stadien wahrnehmbar bleibt und an Ausdehnung gewinnt. Ein solides Morulastadium ist also bei Asterina niemals vorhanden, sondern es entsteht durch den Furchungsprocess sofort eine Blastosphaera mit einschichtiger Wandung. Diese Entwicklungsstufe wird von den Eiern schon am ersten Tage nach der Eiablage und Befruchtung erreicht.

Am zweiten Tage vermehren sich die Zellen in der Wand der Keimblase immer mehr, bleiben aber in einschichtiger Lage neben einander liegen. An demselben Tage tritt das Ei über in das Gastrulastadium. Die Gastrula wird durch Einstülpung gebildet. Da in den späteren Furchungsstadien die Abkömmlinge der beiden ersten Furchungskugeln keine bemerkbaren Unterschiede zeigen, so konnte ich mich nicht unmittelbar überzeugen, ob der Ort der Einstülpung dem unteren Pole des Eies entspricht und ob der sich einstülpende Theil des Blastoderms lauter Abkömmlinge der unteren, größeren der beiden ersten Furchungskugeln enthält. Indessen lassen die Beobachtungen anderer Forscher an anderen Echinodermen kaum einen Zweifel daran aufkommen, dass es sich auch hier bei Asterina so verhalte. Bevor noch die Einstülpung zur Bildung der Gastrula beginnt, bedeckt sich die ganze Keimblase mit einem feinen Wimperkleide, welches bei beginnender Einstülpung besonders leicht und schön an dem Einstülpungsrande zu beobachten ist. Die Einstülpungsöffnung ist anfänglich (vgl. Fig. 11 und 12) viel weiter als später (vgl. Fig. 14). — Während der Gastrula-

bildung verändert das Ei auch seine Form; es nimmt eine längliche Gestalt an. Die Einstülpungsöffnung rückt während dieser Streckung des Eies immer mehr an den einen unteren Pol der Längsachse, ohne denselben jedoch zu erreichen. Anfänglich, wenn das Vorwalten einer Längsachse deutlich zu werden beginnt (Fig. 14), liegt die Gastrulaöffnung fast in gleichem Abstande von den beiden Polen der Längsachse. Nachher aber rückt dieselbe immer mehr in die Nähe des unteren[1] Poles, wo sie schließlich in subpolarer Lagerung Halt macht (vgl. Fig. 15, 19, 20).

Im Vorstehenden haben wir gesehen, dass der Furchungsprocess der Asterina ein inäqualer ist, bei welchem allerdings die Ungleichheit der Furchungszellen schon gleich Anfangs nur unbedeutend ist und später ganz verwischt wird. Barrois[2] scheint die Größenunterschiede der Zellen in den ersten Furchungsstadien nicht beachtet zu haben, denn er bezeichnet die Furchung ohne Weiteres als eine reguläre. Vergleicht man das, was wir von der Furchung und Gastrulabildung der Asterina kennen gelernt haben mit demjenigen, was wir über die gleichen Verhältnisse bei anderen Echinodermen wissen, so ergiebt sich das Folgende:

Bei Asterien beobachtete A. Agassiz den Furchungsprocess von Asterias berylinus und fand denselben, wie namentlich aus seinen Abbildungen hervorgeht, als einen totalen, bei welchem die einzelnen Furchungszellen nur unbedeutende Größenunterschiede aufweisen. Fernere Beobachtungen über die Furchung von Seesterneiern besitzen wir von Greeff[3] an Asterias rubens. Derselbe giebt aber nicht an, ob die Furchungszellen in diesem Falle von Anfang an genau gleich groß sind oder ob auch bei ihnen eine unbedeutende Inäqualität vorhanden ist. Noch vor Agassiz hat aber schon einer der ersten Forscher auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Echinodermen, M. Sars[4], die ungleiche Größe der beiden ersten Furchungskugeln bei Echinaster sanguinolentus beobachtet, wie aus seiner Abbildung und der Bemerkung seines Textes hervorgeht: »Der Dotter des Eies war in zwei halbkugelige, durch eine Furche geschiedene, nicht völlig gleiche Theile getheilt.«

Zahlreicher sind die Beobachtungen über die Furchung des Seeigeleies. Nach Selenka[5] ist dieselbe auch hier eine totale und die Furchungs-

[1] Ich bezeichne diesen Pol als den unteren im Hinblick auf die Regionen, die wir an den späteren Larvenstadien zu unterscheiden haben.

[2] l. c. [3] Vierte Mittheil. 1876. p. 35.

[4] M. Sars, Fauna littoralis Norvegiae. I. Christiania 1846. p. 50. Taf. 8, Fig. 12.

[5] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. p. 41—42.

zellen sind während der ersten Stadien meistens, aber nicht immer, von gleicher Größe. Aber auch bei anfänglich gleicher Größe machen sich doch bald Größenunterschiede bemerklich, so dass die schließlich aus der Furchung hervorgehende einschichtige Zellenblase an dem einen, sich später einstülpenden Pole höhere und breitere Zellen besitzt. Damit stehen auch die älteren Beobachtungen von A. Agassiz an Strongylocentrotus droebachiensis im Einklange[1]. Auch aus den Untersuchungen von O. Hertwig[2] und H. Fol[3] geht hervor, dass bei Strongylocentrotus lividus schon in den ersten Furchungsstadien das eine Mal geringe Größendifferenzen auftreten, das andere Mal aber anscheinend eine völlige Gleichheit der ersten Furchungszellen vorhanden ist. Ferner scheinen bei Toxopneustes variegatus die beiden ersten Furchungskugeln von fast genau gleicher Größe zu sein[4]. Neuerdings hat R. S. Bergh[5] die Furchung von Echinus miliaris untersucht; er betont, dass hier die Furchungszellen anfänglich alle von gleicher Größe sind.

Über die Furchung des Ophiureneies besitzen wir nur die Beobachtungen von Metschnikoff[6] an Amphiura squamata. Demnach ist die Furchung hier eine totale, welche anfänglich »regelmäßig abläuft, indem die einzelnen Segmente unter einander alle gleichartig sind«; bald aber werden sie an einer Seite des Eies kleiner als an der anderen, so dass die aus der Furchung entstehende einschichtige Zellenblase an einer Seite eine dickere Wand besitzt als an der anderen.

Unter den Holothurien fand Kowalevsky[7] bei der von ihm als Psolinus brevis bezeichneten Holothurie aus dem Golfe von Neapel eine totale Furchung, bei welcher die einzelnen Furchungszellen von fast genau gleicher Größe sind. Ganz ähnliche Verhältnisse beobachtete er auch bei Pentacta doliolum (= Cucumaria Planci)[8]. Bei der letztgenannten Art, so wie auch bei Holothuria tubulosa hat dann Selenka[9] die Furchung genauer verfolgt. Er bezeichnet dieselbe als eine nur scheinbar regelmäßige, in Wirklichkeit aber inäquale, da schon die beiden ersten Furchungskugeln Größendifferenzen zeigen, die allerdings häufig so unbedeutend sind, dass es nicht leicht gelingt, sie wahrzunehmen.

[1] A. Agassiz, Revision of the Echini. p. 710.
[2] Morphol. Jahrb. Bd. I. 1875. Taf. XII und XIII.
[3] H. Fol, Recherches sur la fécondation etc. 1879. Pl. VI et VII.
[4] E. Selenka, Zoologische Studien. Heft 1. 1878. Taf. III.
[5] Videnskab. Meddelels. Naturhist. Forening. Kjøbenhavn 1879—1880. p. 255 bis 264.
[6] Mém. de l'Acad. Imp. St.-Pétersbourg 1869. p. 14.
[7] Mém. de l'Acad. Imp. St.-Pétersbourg 1867. p. 2—3. Fig. 1—6.
[8] l. c. p. 6.
[9] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 159—160, 167—168.

Bei den Crinoideen ist nach den Angaben von W. Thomson[1] die Furchung eine totale mit unbedeutenden Größendifferenzen der Furchungszellen.

Wenn wir Alles zusammenfassen, was wir demnach bis heute über den Furchungsprocess bei den Echinodermen wissen, so müssen wir denselben als einen totalen bezeichnen, der durch eine früher oder später auftretende und bald bedeutendere, bald geringere Größendifferenz der einzelnen Furchungszellen das Schema einer durchaus äqualen Furchung verlässt und sich als eine inäquale Furchung charakterisirt; diese Inäqualität des Furchungsprocesses der Echinodermen ist aber immer nur eine verhältnismäßig geringe.

Bezüglich der Anordnung der Furchungszellen ist zu betonen, dass ein eigentliches Morulastadium ebenso wie wir es bei Asterina vermissten, so überhaupt bei den Echinodermen niemals vorzukommen scheint. Bei allen bis jetzt darauf untersuchten Echinodermen ist das Resultat des Furchungsprocesses keine Morula, sondern eine echte Blastula mit einschichtiger Wandung, deren Hohlraum schon während der Furchung sich bildet.

Das Blastulastadium ist bis jetzt von folgenden Formen bekannt: 1) Asterien. Asterias rubens durch Hensen[2] und durch Greeff[3]; Asterias berylinus durch A. Agassiz[4]; Asterina gibbosa durch die oben mitgetheilten Beobachtungen. 2) Ophiuren. Amphiura squamata durch Metschnikoff[5]. 3) Echinoideen. Strongylocentrotus droebachiensis durch A. Agassiz[6]; Strongylocentrotus lividus durch Selenka[7]; Echinus microtuberculatus durch Selenka[8]; Echinus miliaris durch Bergh[9]; Sphaerechinus granularis durch Selenka[10]; Arbacia pustulosa durch Selenka[11]; Echinocardium cordatum durch Selenka[12]. 4) Holothurien. Psolinus brevis durch Kowalevsky[13]; Cucumaria Planci durch Kowalevsky[14] und Selenka[15]; Holothuria tubulosa durch Selenka[16].

[1] Philosoph. Transact. Roy. Soc. London. Vol. 155. 1865. p. 518.
[2] Archiv für Naturgesch. 1863. p. 242.
[3] Vierte Mittheil. 1876. p. 85.
[4] North American Starfishes. 1877. p. 7—8. Pl. I.
[5] l. c. p. 14. Taf. III, Fig. 3. [6] Revision of the Echini. p. 710.
[7] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VII, Fig. 32.
[8] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. V, Fig. 1.
[9] Vidensk. Meddelels. 1879/80. p. 257—258.
[10] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VI, Fig. 20.
[11] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VII, Fig. 34.
[12] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VII, Fig. 38.
[13] l. c. 1867. Fig. 7. [14] l. c. p. 6.
[15] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. Taf. XI, Fig. 16, 17.
[16] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. Taf. IX, Fig. 1, 2.

Bei allen diesen Formen ist die Blastula in gleicher Weise gebaut. Wir finden stets eine einschichtige Zellenblase, deren Wand an einer Seite mehr oder weniger deutlich verdickt ist, entweder von Anfang an oder erst in den späteren Stadien. Die Oberfläche der Blastula ist mit einem Cilienkleide bedeckt, welches unter den oben aufgeführten Formen nur allein bei der Blastula von Amphiura squamata zu fehlen scheint. Auch die Art und Weise wie aus der Blastula die Gastrula entsteht, scheint allen Echinodermen gemeinsam zu sein. Wir sahen oben, dass bei Asterina die Gastrula sich durch Einstülpung bildet. Ganz derselbe Vorgang kehrt bei allen bis jetzt darauf untersuchten Echinodermen wieder. Nachdem die Gastrulabildung durch Einstülpung unter den Echinodermen zuerst von A. Krohn[1] bei Strongylocentrotus lividus aufgefunden worden war, beobachteten denselben Vorgang Agassiz bei Asterias berylinus, Hensen und Greeff bei Asterias rubens; ich selbst nach nicht veröffentlichten Beobachtungen bei Asterias glacialis, Selenka bei Echinus microtuberculatus, Sphaerechinus granularis, Arbacia pustulosa, Strongylocentrotus lividus, Echinocardium. cordatum; Bergh bei Echinus miliaris, Agassiz bei Strongylocentrotus droebachiensis; Selenka bei Cucumaria Planci und Holothuria tubulosa; Kowalevsky bei »Psolinus brevis«[2] und Cucumaria Planci. Ein anderer Modus der Gastrulabildung als der durch Einstülpung des mehr oder weniger verdickten Blastodermtheiles ist bis jetzt bei keinem einzigen Echinoderm konstatirt; wir dürfen annehmen, dass auch in denjenigen Fällen, in welchen wir nur die fertige Gastrula, nicht aber ihre Entstehungsgeschichte kennen, dieselbe sich durch Invagination gebildet habe.

Das fertige Gastrulastadium kennen wir bis heute von folgenden Echinodermen: 1) Asterien. Asterias rubens durch Hensen[3] und durch Greeff[4]; Asterias berylinus durch Agassiz[5]; Asterina gibbosa durch obige Beobachtungen. 2) Ophiuren. Amphiura squamata durch Metschnikoff[6]. 3) Echinoideen. Strongylocentrotus lividus durch Krohn[7] und

[1] Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Echinodermen. Heidelberg 1849. p. 18. Taf. I, Fig. 2, 3.

[2] Ich setze diesen Namen in Anführungszeichen, weil sich nicht mehr konstatiren lässt, welche der bei Neapel vorkommenden Holothurien Kowalevsky unter dieser Bezeichnung versteht.

[3] Archiv für Naturgesch. 1863. p. 242.

[4] Vierte Mittheil. 1876. p. 35.

[5] North American Starfishes. 1877. p. 8. Pl. I.

[6] l. c. 1869. p. 14.

[7] l. c. 1849. p. 18. Taf. I, Fig. 2, 3.

durch SELENKA[1]; Strongylocentrotus droebachiensis durch AGASSIZ[2]; Echinus microtuberculatus durch JOH. MÜLLER[3] und durch SELENKA[4]; Echinus miliaris durch BERGH[5]; Sphaerechinus granularis durch SELENKA[6]; Arbacia pustulosa durch SELENKA[7]; Echinocardium cordatum durch SELENKA[8]. 4) Holothurien. »Psolinus brevis« durch KOWALEVSKY[9]; Cucumaria Planci durch KOWALEVSKY[10] und durch SELENKA[11]; Holothuria tubulosa durch SELENKA[12]. 5) Crinoideen. Antedon rosacea durch GÖTTE[13].

Der eingestülpte Theil des Blastoderms, der zum Gastruladarme wird, also das Entoderm, legt sich bei Asterina, wie auch bei den übrigen Echinodermen, nicht dicht an die Innenseite des nicht eingestülpten Blastoderms, d. h. des Ektoderms, an, sondern zwischen beiden primären Keimblättern bleibt ein Zwischenraum, welcher der Rest der Furchungshöhle ist und eben so wie die Furchungshöhle des Blastulastadiums von einer Flüssigkeit erfüllt ist. Diese Flüssigkeit bezeichnet bekanntlich HENSEN[14] als den »Gallertkern«. Mir scheint aber diese Bezeichnung nur dann zulässig, wenn man eine gallertige Beschaffenheit der Substanz nachweisen könnte. Das ist aber bislang in keinem Falle geschehen. Im Gegentheil, man erhält bei Beobachtung lebender Echinodermenlarven durchaus den Eindruck als wenn die Substanz, welche die Furchungshöhle und später den Zwischenraum zwischen Ektoderm und Entoderm ausfüllt, viel dünnflüssiger sei als dass man sie als Gallerte bezeichnen könnte. Auch wenn man beobachtet wie die Mesodermzellen, die wir sogleich näher zu besprechen haben werden, mit größter Leichtigkeit hin und her zu kriechen vermögen, hält es schwer an eine gallertige Konsistenz jener Substanz zu glauben. Ich möchte also lieber die HENSEN'sche Bezeichnung »Gallertkern« überhaupt nicht in Anwendung bringen. Die Entstehung dieser flüssigen Substanz,

[1] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VII, Fig. 38.

[2] Revision of the Echini. p. 711.

[3] 1852. Vierte Abhandlung. p. 24. Taf. VI, Fig. 1. (JOH. MÜLLER nennt die Art: Echinus pulchellus Ag.)

[4] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. V, Fig. 5, 6.

[5] l. c. Videnskab. Meddelels. 1879/80. Figur auf p. 7 des Separatabdruckes.

[6] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VI, Fig. 23, 24, 25.

[7] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VII, Fig. 35, 36.

[8] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. Taf. VII, Fig. 40, 41.

[9] l. c. 1867. Fig. 11.

[10] l. c. 1867. Fig. 14.

[11] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. Taf. XI, Fig. 20.

[12] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. Taf. IX, Fig. 3.

[13] Archiv für mikroskopische Anatomie. 1876. Taf. XXV, Fig. 1.

[14] l. c.

welche das Blastocoel der Blastula und später den Zwischenraum zwischen Ektoderm und Entoderm der Gastrula erfüllt, kann nur durch Abscheidung seitens der Furchungszellen erfolgt sein. Später, nach oder gleichzeitig mit der Entstehung der Gastrula, wird dann jene Flüssigkeit dadurch zu einem Bestandtheile des mittleren Keimblattes, dass Zellen in dieselbe einwandern, sich dort vermehren und vielleicht durch theilweise Aufsaugung die Flüsssigkeit immer mehr verdrängen.

Es wäre von Interesse gewesen auch bei Asterina der Entstehung der einwandernden Mesodermzellen nachzuspüren. Leider ist auch hierfür das Ei der Asterina ein sehr ungünstiges Objekt; wirklich entscheidende Beobachtungen lassen sich bei der Undurchsichtigkeit des lebenden Embryo nicht anstellen. Ich muss mich desshalb darauf beschränken, dasjenige kritisch zusammenzustellen, was man überhaupt über die erste Anlage des Mesoderms bei den Echinodermen bis jetzt in Erfahrung gebracht hat. Dieselbe ist besonders in der neueren Zeit genauer verfolgt worden, während die Kenntnis der Mesodermzellen selbst schon älteren Datums ist. Krohn[1] ist der Erste gewesen, welcher die Mesodermzellen, bei dem sich entwickelnden Strongylocentrotus lividus, gesehen hat. Derselbe ist dabei allerdings, wie schon Joh. Müller[2] bemerkte, in den Fehler verfallen, die Zellen nur als »Kerne« zu betrachten; er hat aber die Umwandlung dieser »Kerne« »in das feine, netzartig verflochtene Fadengewebe, das in späteren Perioden die ganze Leibeshöhle durchzieht und zur Befestigung des Nahrungsschlauches dient« richtig beobachtet. Eben so ist auch schon von Krohn gesehen worden, dass die Mesodermzellen sich anfänglich an derselben Stelle, dem »stumpfen Pole«, der Blastula befinden, die sich später einstülpt um den Urdarm zu bilden. Nachdem dann das Vorkommen der Mesodermzellen bei anderen Echinodermenlarven mehrfach konstatirt worden war, so durch Joh. Müller[3] und durch Krohn[4], finden wir erst bei Hensen[5] wieder eine Angabe über die

[1] l. c. 1849. p. 17. Taf. I, Fig. 1, 2.

[2] 1852. Vierte Abhandlung. p. 25.

[3] Zweite Abhandl. 1849. p. 8. Taf. I, Fig. 7; Beschreibung der Mesodermzellen der Bipinnaria von Helsingör. — Dritte Abhandl. 1850. p. 7. Taf. I, Fig. 2, 8; Beschreibung der Mesodermzellen bei Auricularien, wozu auch zweite Abhandl. 1849, Taf. V, Fig. 1—3 zu vergleichen ist. — Vierte Abhandl. 1852. p. 8. Taf. II, Fig. 1—3; Mesodermzellen von Auricularien. — Vierte Abhandl. 1852. Taf. III, Fig. 8 und Taf. V, Fig. 1; Mesodermzellen von Bipinnarien. — Sechste Abhandl. 1853. p. 4. Mesodermzellen der Holothurienlarven.

[4] Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1851. p. 345; Mesodermzellen von Auricularien; Krohn bezeichnet auch hier die Zellen nur als »Kerne«.

[5] Archiv für Naturgesch. 1863. p. 242.

Entstehung derselben. Er beobachtete, dass bei Asterias rubens die Mesodermzellen sich von der inneren Oberfläche des sich einstülpenden Urdarmes abschnüren. Auch AGASSIZ[1] sind die Mesodermzellen der Asterien- und Echinenlarven nicht entgangen; er nennt sie »Dotterzellen«. Glücklicherweise ist diese höchst unzutreffende Bezeichnung von keinem anderen Forscher acceptirt worden. Weitere Mittheilungen über die Mesodermzellen der Larven der Holothurien, Ophiuren, Asterien und Echiniden verdanken wir METSCHNIKOFF[2]; auch er fand, dass die Mesodermzellen, seine »Cutiszellen«, auf der inneren Oberfläche des Larvendarmes ihren Ursprung nehmen. Noch bestimmter lauten die Angaben SELENKA's[3]. Nach ihm schnüren sich die Mesodermzellen schon vor der Einstülpung des Urdarmes oder wenigstens gleichzeitig damit von den Blastodermzellen ab und gelangen so in das Blastocoel; dieser Vorgang findet stets an der etwas verdickten Stelle des Blastoderms statt, welche sich später zum Urdarm einstülpt. Zu dem gleichen Ergebnisse ist derselbe Forscher später auch für die Echinoideen gelangt[4]. Bei Echinus microtuberculatus, Sphaerechinus granularis und Arbacia pustulosa findet die Bildung der Mesodermzellen schon vor der Einstülpung des Urdarmes statt, jedoch stets an der sich später einstülpenden Partie des Blastoderms, d. h. dem späteren Entoderm. Eine Betheiligung der übrigen, das Ektoderm darstellenden Zellen des Blastoderms an der Bildung der Mesodermzellen wird von SELENKA auf das Bestimmteste in Abrede gestellt. Er bezeichnet die gegentheiligen Befunde von GREEFF[5], welcher bei Asterias rubens die Erzeugung von Mesodermzellen an beliebigen Stellen des Blastoderms vor sich gehen sah, als Produkte pathologischer Vorgänge. Dem steht aber entgegen, dass neuerdings auch R. S. BERGH[6] die Bildung der Mesodermzellen bei Echinus miliaris nicht nur von dem Entodermabschnitte, sondern auch von allen anderen Punkten des Blastoderms, also auch dem Ektoderm, ausgehen sah und demzufolge die Angaben GREEFF's gegen SELENKA in Schutz nimmt.

Eine ganz andere Auffassung über die Entstehung des Mesoderms vertritt KOWALEVSKY[7]. Nach ihm soll sich dasselbe bei »Psolinus brevis«

[1] North American Starfishes, an verschiedenen Stellen.

[2] l. c.

[3] Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 160—161. Taf. IX, Fig. 3; p. 163. Taf. XI, Fig. 18.

[4] Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. p. 45—47. Taf. V, Fig. 2—4; Taf. VI, Fig. 21, 22; Taf. VII, Fig. 39.

[5] Sechste Mittheil. 1879. p. 51—52.

[6] l. c. p. 261—264. Abbildung auf p. 261.

[7] l. c. 1867. p. 3. Fig. 10.

in der Weise bilden, dass die Blastodermzellenschicht sich in zwei über einander gelegene Zellenschichten spaltet, deren innere das Mesoderm ist. Indessen Angesichts der sämmtlichen vorhin erwähnten Beobachtungen scheint mir, dass man KOWALEVSKY's Ansicht könne auf sich beruhen lassen, und das um so mehr als Niemand im Stande ist die KOWALEVSKY'sche Angabe zu kontrolliren, so lange man nicht weiß, was für eine Holothurie mit seinem »Psolinus brevis« gemeint ist.

Aus dem Vorstehenden können wir als allgemeines Resultat entnehmen, dass die Mesodermzellen der Echinodermen zwar im Allgemeinen Abkömmlinge des Entoderms sind, aus dessen Zellenlage sie sich abschnüren und als Wanderzellen in die Flüssigkeit des Blastocoels eindringen, dass aber auch aus dem Ektoderm sich Zellen abschnüren und zu Mesodermzellen werden können.

In ein neues Stadium ist die Frage nach der ersten Anlage des Mesoderms der Echinodermen durch die Angabe SELENKA's getreten, dass bei Echinoideen das sich entwickelnde Mesoderm, der »Mesodermkeim«, ein bilateralsymmetrisches Gebilde ist[1]. »In der Mitte des verdickten Theiles des Blastoderms, sagt SELENKA, entsteht, zusammenfallend mit der Längsachse der späteren Gastrula, von innen her eine trichterartige Vertiefung, welche sich nach ungefähr einer Stunde in eine spaltartige Rinne verlängert, die erst nach erfolgter Bildung des Mesodermkeimes wieder verstreicht. Durch diese Rinne ist auch die seitliche Symmetrie des Larvenkörpers fixirt; beiderseits nämlich von diesem Spalt entstehen durch Theilung einer geringen Anzahl von Entodermzellen die Mesodermkeime in Form von zwei, je vier bis acht Zellen umfassenden Zellenhaufen, die sich bald vom Mutterboden abtrennen um endlich als amöboide noch mehrfachen Theilungen unterworfene Zellen den Gallertkern zu durchwandern.« BERGH[2] schließt sich für Echinus miliaris diesen Angaben von SELENKA an, bemerkt aber, dass er »die Bildung der trichterförmigen Rinne oder Spalte nicht mit so großer Bestimmtheit wie SELENKA habe verfolgen können«. Noch weiter scheint HATSCHEK[3] in die ersten Entstehungsverhältnisse des Mesoderms eingedrungen zu sein, indem es ihm gelang »bei Toxopneustes lividus das Mesoderm auf zwei in der Medianebene einander berührende Zellen am Entodermpole der

[1] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. p. 45—46. Taf. V, Fig. 1—5; Taf. VI, Fig. 21; Taf. VII, Fig. 88—89.

[2] l. c. p. 260.

[3] Entwicklungsgeschichte von Teredo. 1880. p. 30.

Blastula zurückzuführen, welche unter Theilungsvorgängen in die Furchungshöhle rücken«.

Bei dem großen Interesse, welches eine bilateral-symmetrische Anlage des Mesoderms, wenn sie sich als eine bei den Echinodermen allgemein verbreitete herausstellen sollte, für den Vergleich mit der bilateralen Mesodermanlage anderer Thiergruppen haben würde, werden sich spätere Untersuchungen auf diesen Punkt hinlenken müssen. Vor der Hand aber scheint es mir noch verfrüht, die Angaben von Selenka, Bergh und Hatschek, die sich ja alle nur auf Seeigel beziehen, zu verallgemeinern und schon jetzt allen Echinodermen eine bilateral-symmetrische Anlage des Mesoderms zuzusprechen.

III. Bildung des Larvendarmes, des Enterocoels und der Anlage des Hydrocoels.

Wir haben den Embryo der Asterina verlassen in dem Stadium, in welchem er sich am Schlusse des zweiten Entwicklungstages befindet. Die verengerte Gastrulaöffnung hat sich dem unteren Pole genähert und dort ihre subpolare Lagerung eingenommen. Diejenige Seite des Embryo, auf welcher sich die Gastrulaöffnung befindet, ist die Vorder- oder Bauchseite der Larve. Der Gastruladarm selbst setzt sich aus zwei Haupttheilen zusammen, dem kurzen cylindrischen Anfangstheile, in welchen die Gastrulaöffnung zunächst hineinführt und dem geräumigen blasenförmigen, blindgeschlossenen Endabschnitt. In diesem Stadium ist die Wandung beider Theile des Gastruladarmes von ziemlich gleicher Dicke. Am dritten Tage aber treten Veränderungen an dem Gastruladarme auf, welche die Bildung des eigentlichen Larvendarmes und des Enterocoels einleiten. Zum besseren Verständnis will ich vorgreifend gleich bemerken, dass aus dem blasenförmigen Endtheile des Gastruladarmes das Enterocoel entsteht, indem sich dasselbe von dem Anfangstheile abschnürt; Letzterer aber wird zum Mitteldarm und Enddarm der Larve. Als erstes Anzeichen der beginnenden Enterocoelbildung legt sich der blasenförmige Theil des Gastruladarmes, da wo er sich mit dem Anfangstheil verbindet, mit einer rechten und einer linken Ausbuchtung über die Verbindungsstelle hinüber (vgl. Fig. 20). Wie man in derselben Figur, welche die linke Ausbuchtung des blasenförmigen Endabschnittes des Gastruladarmes in ihrem ersten Beginne darstellt, bemerkt, fängt gleichzeitig die Wand des blasenförmigen Theiles des Gastruladarmes an sich im Vergleich zu der Wand des nicht erweiterten, cylindrischen Anfangstheiles zu verdünnen. Diese Verdünnung wird von da an, wie aus den folgenden Figuren hervorgeht, immer bedeutender und augenscheinlicher. Die beiden rechts und links von dem An-

fangstheil des Gastruladarmes befindlichen Ausbuchtungen werden immer tiefer, indem gleichzeitig das innere Ende des Anfangstheiles des Gastruladarmes immer höher in das Lumen des blasenförmigen Endabschnittes hinaufrückt. Die beiden Aussackungen des letzteren wollen wir als linke und rechte Enterocoeltasche unterscheiden, indem wir die Bezeichnung Enterocoel überhaupt auf den ganzen blasenförmig aufgetriebenen Theil des Gastruladarmes anwenden. Die Berechtigung zu dieser Bezeichnung folgt, wie wir später zur Genüge erkennen werden, aus dem Umstande, dass aus diesem Theile des Gastruladarmes die Leibeshöhle (und als Abspaltung davon auch das Wassergefäßsystem) des Seesternes entsteht. Den nicht erweiterten cylindrischen Anfangstheil des Gastruladarmes wollen wir einfach den Larvendarm nennen, dabei aber im Auge behalten, dass aus demselben, wie der weitere Verlauf der Entwicklung zeigen wird, nicht der ganze Larvendarm, sondern nur der Magendarm (Mitteldarm) und Afterdarm (Enddarm) der Larve daraus hervorgeht, während der Munddarm der Larve durch eine besondere neue Einstülpung gebildet wird. Die Enterocoelblase steht also, wie aus dem Gesagten ohne Weiteres erhellt, anfänglich in offenem Zusammenhang mit dem Larvendarme; sie ist ja eigentlich nichts Anderes als eine blasige Auftreibung des blind geschlossenen Endes desselben. Die linke und rechte Enterocoeltasche sind Ausweitungen der Enterocoelblase, welche sich an der linken und rechten Seite des Larvendarmes in der Richtung nach dem unteren Pol des Embryo vorschieben. Je höher der Larvendarm nun weiterhin in dem Körper der Larve nach dem oberen Pole aufsteigt, desto tiefer senken sich die beiden Enterocoeltaschen links und rechts am Larvendarm herab. Die Übergangsstelle des Larvendarmes in das Enterocoel erweitert sich gleichzeitig; anfänglich besitzt das Lumen des Larvendarmes an dieser Stelle einen kreisförmigen Querschnitt.

Der Bau des Embryo ist jetzt noch immer in allen Stücken bilateral-symmetrisch. Eine durch die Gastrulaöffnung und die Längsachse des Embryo gelegte Ebene zerlegt den Körper des letzteren in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften, eine linke und eine rechte. Sehr bald aber beginnt diese Symmetrie einem unsymmetrischen Baue Platz zu machen. Die erste Spur davon giebt sich an den beiden Enterocoeltaschen zu erkennen. Schon am Abend des dritten Tages sind die beiden Taschen nicht mehr von gleicher Größe, sondern die linke zeigt ein stärkeres Wachsthum. Am vierten Tage ist die Ungleichheit in den beiden Enterocoeltaschen noch erheblicher geworden und auch an dem Larvendarm treten am vierten Tage erhebliche Umänderungen auf, die schließlich eine vollständige Abschnürung des Enterocoels von dem

Larvendarme zur Folge haben. Um uns diese Vorgänge klar zu machen, wollen wir zunächst die Fig. 22—24 ins Auge fassen. Fig. 23 zeigt uns den Embryo am vierten Tage von der linken Seite, Fig. 24 denselben Embryo von der rechten Seite. Fig. 22 stellt einen Längsschnitt dar, der quer zur Medianlinie so geführt ist, dass die Gastrulaöffnung in die Schnittebene fällt. Man erkennt vor Allem in diesen drei Figuren, dass die linke Enterocoeltasche stärker entwickelt ist als die rechte und dass sie weiter nach unten reicht. Damit ist also die bilaterale Symmetrie bezüglich der inneren Organisation aufgegeben. An den drei Figuren ist ferner zu beachten, dass die Übergangsstelle des Larvendarmes in das Enterocoel in den beiden Seitenansichten (Fig. 23 und 24) einen größeren Durchmesser besitzt als in der Vorderansicht (Fig. 22). Daraus, so wie auch an Schnitten, welche genau quer durch die Übergangsstelle des Larvendarmes in das Enterocoel hindurchgehen, ist ersichtlich, dass jene Übergangsstelle jetzt nicht mehr wie am dritten Tage ein kreisförmiges Lumen besitzt, sondern ein elliptisches; die Längsachse dieser Ellipse fällt in die Medianebene des Embryo.

Auch die äußere Körperform ist im Vergleich zum vorhergehenden Tage eine andere geworden. Von der Seite betrachtet hat der Embryo nunmehr eine dreiseitige Körperform mit abgerundeten stumpfen Ecken (vgl. Fig. 23 und 24); von vorn betrachtet ist der Kontur des Körpers ungefähr birnförmig (vgl. Fig. 22). Die dreiseitige Körperform des Embryo (in der Seitenansicht) kommt dadurch zu Stande, dass das Enterocoel unter fortschreitender Verdünnung seiner Wandung nach oben und hinten sich ausweitet und so den oberen Theil der Hinterseite des Embryo buckelförmig vortreibt.

An der Vorderseite des Embryo tritt am vierten Tage eine neue Einstülpung auf, welche wir bis jetzt noch nicht beachtet haben (Fig. 23 und 24). Über der Mitte der Vorderseite senkt sich das Ektoderm in Gestalt eines hohlen Zapfens ins Körperinnere und buchtet die anstoßende Wand des Entoderms, da wo Larvendarm und Enterocoel in einander übergehen, ein. Diese Einstülpung des Ektoderms ist die Anlage des Mundes und des Munddarmes der Larve, wie die nächsten Stadien zeigen.

Sobald der Embryo diese Entwicklungsstufe erreicht hat, mitunter aber auch schon vor der Bildung der Mundeinstülpung, verlässt er die Eihülle, welche ihn bis dahin noch schützend umgab und schwimmt mit Hilfe des Cilienkleides, welches seine gesammte Oberfläche überzieht, frei im Wasser umher. In Fig. 16, 17 und 18 habe ich eine Larve, die soeben ausgeschlüpft ist, abgebildet. Fig. 16 stellt die Larve von der Hinterseite, Fig. 17 von der Vorderseite und Fig. 18 in der Seiten-

ansicht dar. In Fig. 17 und 18 ist die subpolar gelegene Gastrulaöffnung, welche zum After der Larve wird, deutlich zu sehen. Die Mundeinstülpung auf der Bauchseite war an diesem Exemplar beim Ausschlüpfen noch nicht gebildet; in anderen Fällen ist sie aber vorhanden und leicht wahrnehmbar; als kleine kreisförmige Grube, deren Durchmesser aber den Durchmesser des Larvenafters immer bedeutend übertrifft, liegt sie an der Bauchseite (Vorderseite), genau in der Mittellinie unterhalb der wulstförmigen Verdickung, welche das Oberende der Larve umgiebt (vgl. auch Fig. 23 und 24).

Die eben erwähnte wulstförmige Verdickung am oberen Ende der jungen Larve umgiebt ein in der Mitte vertieftes Feld, welches schief zur Längsachse der Larve steht; aus diesem schief abgestutzten und umwulsteten Oberende der Larve, dessen Form im Übrigen am besten aus den Abbildungen erhellt, entwickelt sich der zum Kriechen bestimmte Lokomotionsapparat der Larve, der eigentliche Larvenapparat, den wir besonders in vergleichend-anatomischer Hinsicht später noch zu betrachten haben werden.

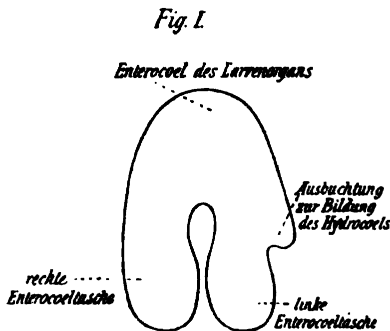
Gegen Ende des vierten Tages, häufig auch erst am fünften Tage erfolgt die vollständige Abschnürung des Enterocoels von dem Larvendarme und der Durchbruch des Munddarmes in den letzteren. Schon in dem vorhin besprochenen Stadium sahen wir, dass die Übergangsstelle des Larvendarmes in das Enterocoel ein elliptisches Lumen angenommen hatte. Dadurch dass der Querdurchmesser dieser Ellipse sich immer mehr verkürzt, werden die seitlichen Ränder der Übergangsstelle einander mehr und mehr genähert; aus der Ellipse ist dann eine feine Längsspalte geworden, die schließlich durch Verwachsung der Ränder völlig verschlossen wird. Ist das geschehen, so stellt das Enterocoel einen zwar vom Urdarme aus entstandenen, nun aber vollständig von ihm abgetrennten Hohlraum dar, welcher im Allgemeinen eine hufeisenförmige Gestalt hat; der mittlere Theil des Hufeisens erfüllt den oberen Theil des Larvenkörpers, die beiden Schenkel des Hufeisens aber, von welchen der linke länger ist als der rechte, liegen links und rechts vom Darme im mittleren und unteren Theile der Larve. Fig. 29 stellt einen Längsschnitt durch eine Larve dar, bei welcher das Enterocoel noch in offenem Zusammenhang mit dem Larvendarm steht, während der Schnitt Fig. 30 einer Larve entnommen ist, bei welcher das Enterocoel sich vom Larvendarme durchaus abgeschnürt hat. In beiden Abbildungen ist auch wieder die schon oben besprochene stärkere Entwicklung der linken Enterocoeltasche zu bemerken. Sobald die Abschnürung des Enterocoels vom Larvendarme beendigt ist, bildet sich auch der Munddarm der Larve. Die Mundein-

stülpung legt sich mit ihrem blinden Ende (vgl. Fig. 26) an den jetzt nach oben ganz geschlossenen Larvendarm und bricht hier schließlich in den letzteren durch.

Wir können dann eine kurze Zeit hindurch drei Theile an dem Darme der freischwimmenden Larve unterscheiden, die den drei Abschnitten, die wir von dem Larvendarme anderer Echinodermen kennen, ähnlich sind: erstens den Munddarm, der durch eine besondere Einstülpung seitens des Ektoderms gebildet wurde, zweitens den Mitteldarm und drittens den kurzen Enddarm, der mit dem After nach außen mündet; Mitteldarm und Enddarm sind aus dem Gastruladarme entstanden; alle drei Abtheilungen des Darmes, so wie übrigens auch das Enterocoel tragen auf ihren Zellen Cilien. Der After bleibt jedoch nur kurze Zeit bestehen; manchmal fällt es schon am fünften Tage an den lebenden Larven schwer desselben ansichtig zu werden; in anderen Fällen konnte ich denselben aber noch am sechsten Tage erkennen. An den in Weingeist konservirten Individuen gelang es mir nach dem vierten Tage niemals mehr die Afteröffnung mit Sicherheit zu sehen. Auch in dem konservirten Individuum, von welchem die Abbildung Fig. 26 herrührt, war keine Afteröffnung aufzufinden, wohl aber lagen an derjenigen Stelle, wo sich bei anderen gleich alten oder wenig jüngeren Larven die Afteröffnung als ganz feiner Porus zu erkennen gab, Enddarm und Körperwand dicht an einander. Es tritt nach meinen Beobachtungen gewöhnlich am fünften, seltener erst am sechsten oder schon am vierten Tage eine Obliteration des Afters ein.

An dem fünften Entwicklungstage, demselben, an welchem gewöhnlich die Afteröffnung verschwindet, treten an den beiden Enterocoeltaschen wichtige Veränderungen auf. Während dieselben bis dahin links und rechts vom Darme lagen, dagegen sich weder in der vorderen noch hinteren Mittellinie der Larve berührten (vgl. auch Fig. 27), umgreifen sie nunmehr in immer fortschreitendem Maße von vorn, hinten und unten den Larvendarm. Schon Fig. 28 zeigt den Beginn der Umwachsung des Darmes durch die beiden Enterocoeltaschen. Man bemerkt auch hier wieder, dass die linke und rechte Enterocoeltasche sich nicht gleichmäßig verhalten. Die linke Tasche erreicht früher das untere Ende des Larvendarmes und besitzt ein größeres Lumen als die rechte Tasche. Durch die stärkere Entwicklung der linken Tasche wird jetzt schon der Darm ein wenig aus seiner medianen Lage heraus und nach rechts hinübergedrängt; ein Verhalten, welches in den späteren Entwicklungsstadien immer deutlicher wird. Vorn und hinten berühren sich sehr bald die beiden Enterocoeltaschen und zwar scheint das hinten etwas früher aufzutreten als vorn. Vorn bleibt es nicht bei

einer bloßen Berührung, sondern die beiden Enterocoelsäcke vereinigen dort ihre Lumina und bilden so an der Vorderseite des Darmes einen einzigen Hohlraum. An der Hinterseite des Darmes aber fließen die Hohlräume der beiden Enterocoeltaschen nicht zusammen, sondern bleiben durch eine von der Körperwand zum Darme hinziehende Scheidewand, eine Art Mesenterium, von einander getrennt. Diese Scheidewand besteht aus den sich berührenden Wänden der linken und rechten Enterocoeltasche, zwischen welche sich eine dünne Mesodermlage einschiebt. Sie liegt nicht etwa in der Medianebene, sondern nach rechts verschoben (vgl. Fig. 103 und 105). Auf den eigenthümlichen Verlauf und die Bedeutung dieser Scheidewand werden wir später näher einzugehen haben. Auch die Berührungs- und spätere Durchbruchsstelle der beiden Enterocoeltaschen an der Vorderwand des Darmes liegt nicht in der Medianebene, sondern ist nach links verschoben. Diese Abweichungen der vorderen, vergänglichen und der hinteren dauernden Scheidewand zwischen linker und rechter Enterocoeltasche stehen mit dem Umstande in Zusammenhang, dass die rechte Enterocoeltasche sich vorzugsweise über die Vorderwand des Darmes hinüberschiebt, die linke Enterocoeltasche aber über die Hinterwand des Darmes.



Von der linken Enterocoeltasche aus bildet sich im Laufe des fünften Tages die Anlage des Wassergefäßsystemes des Seesternes. Es buchtet sich nämlich die der Körperwand anliegende Außenwand der linken Enterocoeltasche zur Bildung einer besonderen Tasche aus; so dass dann das gesammte Enterocoel auf einem quer zur Medianebene der Larve geführten Längsschnitte von vorn gesehen die in obenstehendem Holzschnitt gezeichnete Form hat (vgl. Fig. 101, 102). Mit Ausnahme der Porenkanäle der Madreporenplatte entsteht das gesammte Wassergefäßsystem des Seesternes aus dieser taschenförmigen Ausbuchtung der linken Enterocoeltasche; zur bequemeren Bezeichnung wollen wir für diese Ausbuchtung und für ihre späteren Umbildungen den Terminus Hydrocoel in Anwendung bringen. In Fig. 25 ist die Hydrocoeltasche als Aussackung der Außenwand der linken Enterocoeltasche deutlich zu erkennen; ebenso in Fig. 101. Die Hydrocoeltasche

reicht vorn bis an die linke Seite des Munddarmes, hinten bis nahe zur Mittellinie des Rückens ohne aber diese letztere zu erreichen. Nach oben steht sie in offenem Zusammenhang mit dem Enterocoel. Nach unten hat sie anfänglich einen einfach bogenförmigen mit der Konvexität nach unten gerichteten Kontur. Das ändert sich aber sehr bald. Schon am sechsten Tage findet man den unteren Rand der Hydrocoeltasche nicht mehr einfach bogenförmig, sondern fünflappig; das Hydrocoel hat fünf anfänglich nur sehr seichte bald aber tiefer werdende Ausbuchtungen gebildet, welche nichts anderes sind als die ersten Anlagen der fünf radiären Hauptgefäße des Wassergefäßsystemes (vgl. Fig. 104).

Gleichzeitig mit der Bildung des Hydrocoels von der linken Enterocoeltasche aus, hat sich auch der Rückenporus der Larve angelegt. Es entsteht derselbe in der Weise, dass auf der Hinterseite der Larve ungefähr gegenüber dem Larvenmunde, jedoch nicht genau in der Medianebene, sondern ein wenig links von derselben, eine Einstülpung des Ektoderms sich in das Innere des Körpers einsenkt und sobald sie in Berührung mit der linken Enterocoeltasche gekommen ist, in diese sich öffnet. Durch diesen Porus wird also eine offene Kommunikation zwischen der Außenwelt und dem gesammten Enterocoel, mit Einschluss des von letzterem sich ausbuchtenden Hydrocoel, hergestellt. In Fig. 25 ist die Lage der Einstülpung, aus welcher sich der Rückenporus der Larve entwickelt, angedeutet; für die Lage und Verbindung des Rückenporus, nach Durchbruch desselben, vergleiche man die Fig. 31 und 36 so wie auch Fig. 103 und 104.

Um die Entwicklungsvorgänge des fünften Tages zu erledigen, wäre noch der äußeren Form der Larve zu gedenken. Dieselbe unterscheidet sich von der eben ausgeschlüpften Larve des vierten Tages vorzugsweise durch die stärkere Entwicklung des oberen Körperabschnittes; die schiefe Fläche, welche das vordere Körperende von vorn und unten nach hinten und oben abstutzt, vergrößert sich und ragt bald vorn und hinten über den übrigen Larvenkörper hinaus; die Larve geht allmählich über in eine Form, wie wir sie am nächsten Tage finden (vgl. Fig. 33, 34, 35). An dem schief abgestutzten oberen Körperende können wir in der Seitenansicht einen vorderen kurzen Lappen, den wir den vorderen Kopflappen nennen wollen und einen hinteren längeren Lappen, den hinteren Kopflappen unterscheiden. Vorderer und hinterer Kopflappen bilden zusammen das Larvenorgan, welches später, beim Übergange in die Seesterngestalt, resorbirt wird. Das Thierchen ist nach wie vor auf seiner gesammten Körperoberfläche mit einem feinen Cilienkleide bekleidet und schwimmt mit Hilfe des letzteren gewöhnlich in

bogenförmigen Touren, bei welchen die Kopflappen vorausgehen; das Cilienkleid bleibt durch alle folgende Stadien erhalten und wird in den Seestern hinüber genommen.

Die bis jetzt geschilderten Entwicklungsstadien der Asterina gibbosa sind von BARROIS[1] ganz wesentlich anders dargestellt worden. Ich bin desshalb genöthigt auf die Angaben dieses Forschers näher einzugehen.

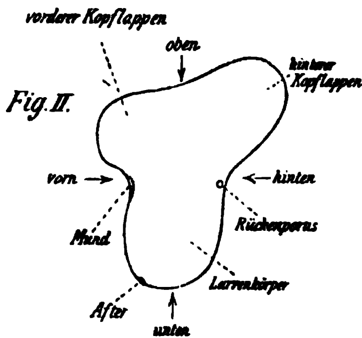
Nach BARROIS soll dem Gastrulastadium ein Entwicklungszustand folgen, in welchem die Gastrulaöffnung ganz geschwunden ist und die Larve einen allseitig geschlossenen länglichen Sack darstellt und von außen nach innen aus folgenden Schichten zusammengesetzt ist: 1) einem mit Cilien bekleideten Ektoderm, von dem aus sich die Zellen der skelettgebenden Schicht (Mesoderm) zu bilden scheinen; 2) dieser skelettbildenden Schicht; 3) einem aus platten kleinen Zellen zusammengesetzten Entoderm, welches eine strukturlose eiweißartige Masse umschließe. Ich bedaure behaupten zu müssen, dass dieses BARROIS'sche Stadium des »sac cilié fermé de toutes parts« überhaupt nicht vorkommt. Ich kann mir seine Beschreibung und Abbildung nur so erklären, dass er nur einige vereinzelte Schnitte untersucht hat, die allerdings, je nachdem sie das Thier getroffen hatten, etwas seiner Schilderung Ähnliches zeigen können. Die Gastrulaöffnung wird, wie ich BARROIS gegenüber auf das Entschiedenste behaupten muss, zuerst auf einige Zeit zum Larvenafter und verschwindet dann erst, nachdem sich das Enterocoel abgeschnürt und die Mundöffnung gebildet hat. Am fünften Tage sind fast immer drei Öffnungen auf der Oberfläche der Larve wahrzunehmen: 1) die jetzt erst verschwindende Gastrulaöffnung = After der Larve; 2) die Mundöffnung der Larve und 3) der Rückenporus. In Bezug auf den letzteren will ich gleich hier bemerken, dass derselbe in diesen und allen späteren Stadien BARROIS vollständig unbekannt geblieben ist.

Auch in Bezug auf die Schichten, aus denen BARROIS den »sac cilié fermé de toutes parts« zusammengesetzt sein lässt, bin ich nicht mit ihm einverstanden. Schon die Meinung, dass die skelettgebende Schicht (das Mesoderm) sich von dem Ektoderm aus, und zwar von einem besonders differenzirten inneren Abschnitte der ektodermalen Zellenlage, sich bilde, ist durch keine genügende Beobachtung gestützt; das Objekt ist gerade für die Frage nach der Abstammung des Mesoderms so ungünstig, dass es eine beweisende Beobachtung gar nicht zulässt. Ganz unverständlich aber ist mir, wie BARROIS dazu gekommen ist in dem Entoderm eine Lage platter Zellen zu sehen. Die Zellen des Entoderms

[1] l. c.

sind ebenso deutliche, langgestreckte Cylinderzellen, wie diejenigen des Ektoderms.

Aus dem in Wirklichkeit gar nicht existirenden Stadium des »sac cilié fermé de toutes parts« entsteht nach Barrois das dreilappige Stadium »le stade trilobé«. Barrois meint damit die Larve nach Bildung des vorderen und hinteren Kopflappens, welche ja in der Seitenansicht eine dreilappige Form hat. Barrois orientirt die Larve so, dass er sich die beiden Kopflappen nach unten gerichtet denkt. Allerdings von dem Zeitpunkte an, in welchem die Kopflappen sich zum Kriechorgan der Larve ausgebildet haben, ist ein scheinbarer Grund für diese Orientirung vorhanden. Die Lage des Larvenmundes aber, so wie ferner die Lage von Larvenafter und Rückenporus lassen gar keinen Zweifel über die Art und Weise, in welcher man die Asterina-Larve im Vergleich zu anderen Echinodermenlarven aufstellen muss. Aber nicht nur in Bezug auf das oben und unten, sondern auch in Bezug auf vorn und hinten hat Barrois die Larven falsch orientirt. Wie aus nebenstehender übersichtlichen Darstellung ersichtlich, nennt Barrois den vorderen Kopflappen den hinteren und den hinteren Kopflappen den vorderen. Ich weiß nicht ob Barrois die Larven beim Schwimmen beobachtet hat. Er hätte dann schon bemerken können, dass sein »lobe postérieur« beim Schwimmen vorausgeht. Ganz gewiss aber wäre Barrois nicht zu seiner verkehrten Orientirung der Larven gekommen, wenn er nicht durch alle Stadien der Entwicklung in völliger Unbekanntschaft mit dem Rückenporus geblieben wäre.



Auch die Entstehung des Larvendarmes und des Enterocoels ist von Barrois irrthümlich aufgefasst. An seiner Darstellung ist nur die allgemeine Auffassung richtig, dass Larvendarm und Enterocoel sich vom Gastruladarm ableiten; im Einzelnen aber ist seine Darstellung durchaus falsch. In dem Stadium seiner Fig. 2, in welchem nach meinen Beobachtungen (vgl. Fig. 22, 23 und 24) die beiden Enterocoeltaschen schon angelegt sind und sich der spätere Larvendarm, wenn auch noch in offenem Zusammenhang mit dem Enterocoel, doch schon deutlich von demselben unterscheiden lässt, ist nach Barrois noch nichts von dem späteren Larvendarm vorhanden. Derselbe soll sich erst später durch Einstülpung an dem unteren (nach Barrois' Orientirungsweise oberen)

Bezirke der Entodermblase bilden. BARROIS fasst das Verhältnis des Enterocoels und des Larvendarmes zum Gastruladarm so auf, dass er nach dem fälschlich von ihm angenommenen Verschluss der Gastrulaöffnung den ganzen Gastruladarm zu einer Enterocoelblase werden lässt, an welcher sich später durch Invagination der Larvendarm bilde, während in Wirklichkeit der Gastruladarm zu einem Theile unmittelbar den Larvendarm liefert und zum anderen Theile das Enterocoel bildet, welches dann in zwei seitlichen Aussackungen den Darm überwächst. An dem Larvendarm beschreibt BARROIS richtig die Zellen als Cylinderzellen, giebt aber nicht an, wie dieselben aus den von ihm im vorigen Stadium beschriebenen platten Entodermzellen entstanden sind. Diese Schwierigkeit besteht übrigens in Wirklichkeit nicht, denn wir haben ja oben gesehen, dass das Entoderm auch im vorigen Stadium aus cylindrischen Zellen aufgebaut ist.

Auch die Lage der Hydrocoelanlage ist in den BARROIS'schen Abbildungen[1] und in seiner Beschreibung unrichtig angegeben. Nach ihm liegt dieselbe nach oben (in seiner Orientirungsweise nach unten) von dem Larvenmunde. Bei all' den Hunderten von Larven, die ich untersucht, konnte ich auch nicht ein einziges Mal diese Lagerung der Hydrocoelanlage beobachten; immer liegt dieselbe nach unten vom Larvenmunde. Auch ist die Hydrocoelanlage in der BARROIS'schen Figur 5 verhältnismäßig viel zu klein gezeichnet.

So viel über die BARROIS'schen Angaben über die Bildung des Larvendarmes, des Enterocoels und der Anlage des Hydrocoels bei Asterina. Bevor wir in der Schilderung der weiteren Entwicklung unseres Seesternes fortfahren, wollen wir noch die Angaben, die wir von anderer Seite über die zuletzt besprochenen Stadien bei anderen Echinodermen besitzen, kritisch zusammenzustellen versuchen. Nach dem Vorhergehenden brauche ich wohl kaum noch vorauszuschicken, dass ich an Stelle der gebräuchlichen Ausdrücke: Peritonealblasen und Wassergefäßblase die Bezeichnungen: Enterocoel und Hydrocoel vorziehen zu müssen glaube.

Bei den übrigen Asterien geht, so weit bekannt, die Bildung des Enterocoels und des Hydrocoels in etwas anderer Weise vor sich als wir es von Asterina kennen gelernt haben. Es schnürt sich das Enterocoel bei ihnen nicht in Gestalt einer einzigen quer gelagerten Blase vom Gastruladarme ab, sondern es lösen sich von letzterem zwei Blasen, eine rechte und eine linke, von denen die letztere durch eine neue Abschnürung eine dritte Blase, das Hydrocoel, erzeugt. Dieser Vorgang ist

[1] Pl. I, Fig. 5, 6, 7.

zuerst von AGASSIZ[1] bei Asterias berylinus, dann von METSCHNIKOFF[2] bei der von ihm untersuchten Bipinnaria, von GREEFF[3] bei Asterias rubens und endlich von GÖTTE[4] an Bipinnarien und bei Asterias glacialis beobachtet worden. Indessen sind bei den Asterien auch schon Fälle bekannt geworden, die sich ganz an das Verhalten der Asterina anschließen. So fand GÖTTE[5], dass bei Asterias glacialis das Enterocoel zwar gewöhnlich als zwei paarige Blasen gebildet wird, dass aber mitunter auch nur eine unpaare Enterocoelblase sich abschnürt, die dann später erst in eine linke und eine rechte Blase zerfällt. Das was also bei Asterina konstant ist, die Ablösung eines einzigen Enterocoelsackes vom Gastruladarme, kann auch bei Asterias glacialis als Ausnahmefall auftreten.

Auch bei den Echinoideen ist die Bildung des Enterocoels zuerst von AGASSIZ[6] beobachtet worden und zwar bei Strongylocentrotus droebachiensis. Die Anlage des Enterocoels besteht auch hier aus einer rechten und linken Blase. Indessen äußert sich AGASSIZ nicht ganz bestimmt darüber, ob beide Blasen sich durchaus getrennt vom Gastruladarme abschnüren oder ob sie anfänglich durch ein queres Zwischenstück mit einander verbunden sind, also anfänglich ein unpaares Gebilde darstellen, welches erst nach der Abschnürung vom Gastruladarme in eine linke und eine rechte Anlage zerfällt; nach seinen Abbildungen hat es den Anschein als ob Ersteres der Fall sei. Bei den von SELENKA[7] untersuchten Seeigeln hingegen wurde übereinstimmend die Abtrennung des Enterocoels vom Urdarme in Gestalt eines unpaaren quergelagerten Sackes beobachtet, der sich erst nachher in eine linke und rechte Blase theilt. Es beziehen sich diese Beobachtungen auf Echinus microtuberculatus, den SELENKA irrthümlich E. miliaris nennt, Sphaerechinus granularis = Toxopneustes brevispinosus bei SELENKA, Strongylocentrotus lividus, Arbacia pustulosa und Echinocardium cordatum. Bei all' diesen Seeigeln finden wir also eine Art der Enterocoelabschnürung, welche an diejenige von Asterina erinnert.

Bei den Ophiuren ist zwar der Entstehungsvorgang des Enterocoels noch nicht unmittelbar beobachtet worden. Jedoch ist durch METSCHNI-

1 Embryology of the Starfish. 1864.

2 p. 33. Taf. XI, Fig. 1, 3.

3 Vierte Mittheilung. 1876. p. 36.

4 Entwicklungsgeschichte der Comatula. p. 610. Taf. XXVII, Fig. 24. — Zoolog. Anzeiger Nr. 59. 1880. p. 324—325.

5 l. c. Zoolog. Anzeiger Nr. 59.

6 On the Embryology of Echinoderms. 1864. p. 4 sqq.

7 Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879.

KOFF[1] konstatirt, dass das Enterocoel der Ophiuren anfänglich in Gestalt zweier Blasen rechts und links vom Larvendarme sich befindet. Es kann kein Zweifel sein, dass dasselbe auch hier durch Abschnürung vom Urdarme entsteht; zweifelhaft aber ist, ob diese Abschnürung sofort zur Bildung eines Blasenpaares führt, oder ob sich erst eine unpaare Enterocoelblase bildet, die sich später theilt.

Genauere Kenntnisse besitzen wir über die Bildung des Enterocoels bei den Holothurien. Hier hat SELENKA[2] bei Holothuria tubulosa und Cucumaria Planci (= doliolum) die Entstehung des Enterocoels Schritt für Schritt verfolgt und den Nachweis geführt, dass dasselbe sich als eine unpaare Blase vom Urdarme abschnürt.

Eine andere Form der Enterocoel- und Hydrocoelbildung beobachtete GÖTTE[3] bei Antedon rosacea. Hier sollen sich nämlich vom Gastruladarme drei Blasen, jede für sich, abschnüren, von denen zwei rechts und links ihre Lage haben und die Enterocoelblasen darstellen, die dritte unpaare Blase aber, welche bei allen anderen Echinodermen nicht direkt vom Darme, sondern erst von dem Enterocoel sich abschnürt, ist das Hydrocoel. Ich will hier die Gründe nicht aus einander setzen, wesshalb mir die GÖTTE'schen Angaben einer Revision bedürftig erscheinen, sondern nur darauf hinweisen, dass, wenn wirklich, wie ich zunächst nicht bezweifeln will, bei Antedon rosacea das Enterocoel und das Hydrocoel in der von GÖTTE angegebenen Weise entstehen, doch keine Veranlassung vorhanden ist, darin ein ursprüngliches Verhältnis zu erkennen, auf welches die Enterocoel- und Hydrocoelbildung der übrigen Echinodermen zurückzuführen sei. Gerade bei Antedon und überhaupt den Comatuliden wissen wir, dass wir es mit relativ jungen Thiergestalten zu thun haben, die einen letzten Ausläufer einer einst mannigfaltig entwickelten Thierklasse darstellen. Hier ohne Weiteres ursprüngliche Verhältnisse annehmen zu wollen, scheint mir nicht gestattet zu sein gegenüber der Thatsache, dass andere Echinodermengruppen, so die Asteriden, Ophiuriden und Echinoideen sich in ihrem Gesammtbaue verhältnismäßig reiner und weniger verändert auf ältere Perioden zurückführen lassen als die Comatuliden.

Doch sei dem für den Augenblick wie ihm wolle — das Eine können wir mit Bestimmtheit aussprechen, dass bei allen Echinodermen, so weit zuverlässige Beobachtungen reichen, das Enterocoel und indirekt

[1] l. c. 1869. p. 15. Taf. III *B*, Fig. 6 von Amphiura squamata. — p. 21. Taf. V, Fig. 2 von Ophiothrix fragilis. — Taf. V, Fig. 3 von Pluteus paradoxus.

[2] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 162—163, 170—171. Taf. IX, Fig. 5; Taf. XI, Fig. 21.

[3] Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XII. 1876. p. 590.

(oder direkt bei Antedon) auch das Hydrocoel durch eine Abschnürung vom Gastruladarme entsteht. Nur in einem einzigen Falle ist bis jetzt eine damit nicht vereinbare Behauptung aufgestellt worden. KOWALEVSKY[1] will beobachtet haben, dass das Wassergefäßsystem des »Psolinus brevis« sich durch eine Einstülpung des Ektoderms anlege. Bei dem fundamentalen Gegensatze, in welchem diese Angabe zu Allem steht, was wir bei anderen Echinodermen zuverlässig wissen, und bei der schon oben hervorgehobenen Unmöglichkeit die KOWALEVSKY-schen Behauptungen kontrolliren zu können, verdienen dieselben weiter keine Beachtung.

Wenn nun aber auch bei allen Echinodermen die Abstammung des Enterocoels und des Hydrocoels vom Gastruladarme als feststehend gelten kann, so sind doch im Einzelnen mancherlei Differenzen gegeben, die mir aber alle von keiner einschneidenden Bedeutung zu sein scheinen. Schon vorhin sahen wir, dass bei den einen Echinodermen das Enterocoel sich als unpaares, bei den anderen als paariges Gebilde ablöst und dass Beides bei einer und derselben Species: Asterias glacialis vorkommen kann. Andere Differenzen beziehen sich auf die zeitliche Aufeinanderfolge in der Bildung einer rechten und linken Enterocoelblase und der Abschnürung eines Hydrocoels. Immer aber entwickelt sich das Hydrocoel an der linken Seite, sei es von einer unpaaren oder paarigen Enterocoelblase aus (wenn wir die oben besprochene Entstehung des Hydrocoels bei Antedon als besondere Abweichung außer Acht lassen) und falls das Enterocoel die Gestalt zweier von einander abgeschlossener Blasen annimmt, kommt später doch immer wieder eine Vereinigung beider Blasen zu einem gemeinsamen Hohlraume zu Stande. So haben wir bei den bis jetzt darauf untersuchten Asterien meistens eine rechte und eine von jener gänzlich getrennte linke Enterocoelblase; letztere geht zum Theil auf in der Bildung der Hydrocoelblase, zum anderen Theil vereinigt sie sich mit der rechten Enterocoelblase zur Bildung des Enterocoels (Leibeshöhle) der Larve und des Seesterns. Bei Asterina aber kommt es niemals, wie uns auch die weitere Entwicklung bestätigen wird, zur Bildung einer gesonderten rechten und linken Enterocoelblase, sondern von Anfang an ist das Enterocoel ein einziger Raum, der zwar zwei Taschen (die beiden Enterocoeltaschen) bildet und von der linken Tasche aus auch das Hydrocoel entstehen lässt, aber niemals in zwei völlig getrennte und sich später wieder vereinigende Räume zerfällt.

Bei den Echinoideen kommt es wieder zur Bildung zweier getrennten

[1] l. c. 1867. p. 4.

Enterocoelblasen, die aber später, nachdem sich von der linken das Hydrocoel abgeschnürt hat, wieder zusammenfließen. Dieser Vorgang wurde namentlich von SELENKA[1] bei den von ihm untersuchten Echinoideen genau festgestellt. Und auch die älteren Beobachtungen von METSCHNIKOFF[2] stehen damit im Einklange. Nur bei Spatangoidlarven, die wahrscheinlich zu Schizaster canaliferus gehören, macht METSCHNIKOFF[3] eine Angabe, die mit seinen übrigen eigenen und auch mit den Angaben von SELENKA nicht stimmen will. METSCHNIKOFF giebt nämlich an bei diesen Larven zwei rechts und links vom Larvendarm liegende Bläschen gefunden zu haben, von welchen das linke sich in die Wassergefäßanlage, das Hydrocoel, verwandele, das rechte aber sich zurückbilde; später beschreibt er dann bei älteren Larven noch eine rechte und linke »Lateralscheibe«, d. h. Enterocoelblase. Es scheint mir fast zweifellos, dass die hier von METSCHNIKOFF behauptete Rückbildung des rechten Bläschens nicht stattfindet, sondern dass dasselbe nichts Anderes ist als die rechte Enterocoelblase und dass das linke Bläschen nicht nur das Hydrocoel, sondern auch die linke Enterocoelblase liefert. Zur Stütze meiner Deutung kann ich mich auf GÖTTE[4] berufen, der im Wesentlichen dieselbe Erklärung der betreffenden METSCHNIKOFF'schen Angaben gegeben hat.

Für die Ophiuren bedürfen wir noch genauerer Untersuchungen über die erste Anlage des Hydrocoels als wir sie zur Zeit besitzen. Während man nämlich erwarten sollte, dass auch hier das Hydrocoel lediglich von den linken Enterocoelblasen gebildet werde, giebt METSCHNIKOFF[5] an, dass auch von der rechten Enterocoelblase sich eine Hydrocoelblase abschnüre. Allerdings werde dies rechts gelegene Hydrocoel gewöhnlich rückgebildet, so dass das Wassergefäßsystem der Ophiure gleichfalls nur eine Weiterbildung der linken Hydrocoelanlage sei, in selteneren Fällen aber, sagt METSCHNIKOFF[6], entwickele sich auch die rechte Hydrocoelanlage weiter. Nach METSCHNIKOFF hätten wir also bei den Ophiuren eine paarige Wassergefäßanlage. Von späteren Forschern ist auf diese Angabe METSCHNIKOFF's mehrmals hingewiesen worden um die sonst völlig haltlose Behauptung zu stützen, dass die Wassergefäßanlage der Echinodermen überhaupt eine paarige Bildung sei, die sich

[1] l. c. 1879. p. 49.

[2] l. c. 1869. p. 42. Ich will bei der Gelegenheit nicht unbemerkt lassen, dass das, was METSCHNIKOFF die »Lateralscheiben« nennt, dieselben Gebilde sind, die ich Enterocoelblasen nenne, und dass seine »Wassergefäßanlage« identisch ist mit meinem »Hydrocoel«. [3] l. c. p. 46—47. [4] l. c. 1876. p. 609.

[5] l. c. 1869. p. 16, p. 24 sqq.

[6] l. c. p. 16, p. 62.

erst durch Rückbildung der rechts gelegenen Anlage zu dem unpaaren Gebilde umgewandelt habe, welches wir konstant an der linken Seite des Larvendarmes aller Echinodermen finden. Eine Angabe, welche JOH. MÜLLER in der ersten seiner sieben Abhandlungen über die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen gemacht hat, wird gleichfalls in jenem Sinne zu verwerthen gesucht. Es will mir aber so vorkommen als wenn man hier, wie leider nur noch zu oft, zur Begründung einer phylogenetischen Vermuthung gerade auf solche Angaben sich stütze, die nichts weniger als hinreichend sichergestellt sind. Was zunächst die erwähnte Behauptung von JOH. MÜLLER anbelangt[1], so rührt dieselbe aus der allerersten Zeit, in welcher MÜLLER sich mit der Entwicklung der Echinodermen beschäftigte; MÜLLER hat damals in verschiedenen Punkten irrthümliche Auffassungen geäußert, welche theils noch von ihm selbst, theils von anderen Forschern korrigirt worden sind. Schon desshalb scheint mir diese Angabe von JOH. MÜLLER weniger Gewicht zu haben; ferner aber ist auch die betreffende Abbildung MÜLLER's, namentlich wenn man den damaligen Stand der Kenntnis der Echinodermenentwicklung mit in Anschlag bringt, nicht klar und beweisend genug. Ich will nicht bestreiten, dass eine rechte und linke Hydrocoelanlage vorkommen könne, aber auch den METSCHNIKOFF'schen Angaben gegenüber muss ich behaupten, dass eine genauere Untersuchung derartiger Fälle unbedingt nöthig ist, bevor man darauf weittragende Schlüsse bauen will — auch bleibt festzustellen, in wie weit hier pathologische Verhältnisse eingreifen. METSCHNIKOFF[2] hat dann später auch einen Fall von einer Seesternlarve beschrieben, in welcher zwei Hydrocoelanlagen, eine rechte und eine linke, vorhanden waren. Dieser Fall ist der am genauesten bekannt gewordene, aber auch er scheint mir nur die Bedeutung einer Monstrosität zu haben und in seiner Isolirtheit keiner allgemeineren Verwendung fähig zu sein. Jedenfalls ist das Material, welches bezüglich einer paarigen Hydrocoelbildung bei Echinodermen bis jetzt vorliegt, noch ein so außerordentlich kärgliches, dass irgend eine sichere Auffassung der etwaigen phylogenetischen Bedeutung jener Fälle nicht möglich ist. Hier ist erst eine Lücke in den Beobachtungen auszufüllen, bevor man sich in einer Deutung, und wäre dieselbe auch nur ein »Nothbehelf«[3], versucht.

Bei den Holothurien sahen wir das Enterocoel in Gestalt einer unpaaren Blase entstehen. Dieselbe zerfällt aber nicht wie die unpaare

[1] JOH. MÜLLER, Erste Abhandl. 1848. p. 5—6. Taf. I, Fig. 2.

[2] Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXIV. 1874. p. 75 mit Fig. 7 auf ders. pag.

[3] SELENKA, Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. p. 50.

Enterocoelblase der Echinoideen zunächst in eine rechte und eine linke. Sie rückt vielmehr in toto an die linke Seite des Larvendarmes und theilt sich hier in zwei über einander gelegene Blasen, von denen die obere das Hydrocoel darstellt, die untere aber theilt sich dann wieder in zwei, von denen die eine an der linken Seite des Larvendarmes verbleibt = die linke Enterocoelblase; und die andere über die hintere Seite des Larvendarmes hinüber auf die rechte Seite rückt = die rechte Enterocoelblase. Die Theilung des Enterocoels in eine rechte und linke Blase wird also bei den Holothurien zeitlich überholt von der Abschnürung des Hydrocoels von dem Enterocoel. Der hier für die Holothurien kurz geschilderte Vorgang wurde in wesentlich übereinstimmender Weise von Metschnikoff[1] bei Synapta und von Selenka[2] bei Holothuria tubulosa und Cucumaria Planci beobachtet.

Auch diejenigen Differenzen müssen noch erörtert werden, welche sich für die einzelnen Echinodermengruppen ergeben, wenn wir die zeitliche Beziehung der Enterocoelbildung zur Bildung des Larvenmundes ins Auge fassen. Bei Asterias berylinus fand Agassiz[3], dass die Bildung der Mundeinstülpung und der Durchbruch derselben in den Gastruladarm stattfindet, bevor noch die Absonderung des Enterocoels von dem letzteren geschieht. Eben so fand Metschnikoff[4] bei den von ihm untersuchten Asterienlarven den Larvenmund bereits gebildet, bevor noch das Enterocoel sich vom Darme völlig abgeschnürt hat. Das Gleiche beobachtete Götte[5] bei Asterias glacialis. Umgekehrt geht nach Agassiz[6] und Selenka[7] die Abschnürung des Enterocoels bei den Echinoideen der Bildung des Mundes vorauf. Ähnlich wie die Echinoideen verhalten sich nach den Beobachtungen des letztgenannten Forschers[8] auch die Holothurien. Bei den Ophiuren besitzen wir keine genaue Angabe über das zeitliche Verhältnis zwischen der Bildung des Enterocoels und derjenigen des Larvenmundes. Bei den Crinoideen bildet sich nach Götte's Beobachtungen an Antedon rosacea der Mund erst nach der Abschnürung des Enterocoels.

Bei den meisten Echinodermen scheint demnach die Ablösung des Enterocoels von dem Gastruladarme der Bildung des Larvenmundes voraufzugehen. Eine Ausnahme machen die Asterien. Doch kommt auch bei den Asterien das Verhalten

[1] l. c. 1869. p. 4—5. Taf. I, Fig. 5—7.

[2] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 163—164. Taf. X, Fig. 10, 12—14. — p. 171. Taf. XII, Fig. 22.

[3] North Americ. Starfishes.

[4] l. c. 1869. p. 23.

[5] Zoolog. Anzeiger. 1880. p. 324—325.

[6] Revision of the Echini. p. 712.

[7] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. p. 50.

[8] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 163, 171.

der übrigen Formen vor, denn wir sahen oben, dass bei Asterina die Mundeinstülpung erst dann in den Darm sich öffnet, wenn das Enterocoel sich abgeschnürt hat.

Was die zeitliche Beziehung im Auftreten des Rückenporus zur Enterocoel- und Hydrocoelanlage, so wie auch die anfängliche Verbindung des Rückenporus mit dem Enterocoel und Hydrocoel anbelangt, so sahen wir bei Asterina, dass dort der Rückenporus erst nach der ersten Anlage des Hydrocoels auftritt, dass derselbe aber nicht direkt in das Hydrocoel hineinführt, sondern in die linke Enterocoeltasche, welche das letztere liefert; und da die linke Enterocoeltasche mit der rechten in offenem Zusammenhang steht, so führt der Rückenporus der Asterina anfänglich in den Gesammtraum von Enterocoel und Hydrocoel. Bei anderen Asterien, bei welchen es zur Bildung einer getrennten linken und rechten Enterocoelblase kommt, führt der Rückenporus nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Agassiz, Metschnikoff, Greeff und Götte in die linke Enterocoelblase und zwar schon zu einer Zeit, in welcher die letztere die Hydrocoelblase noch nicht abgeschnürt hat. In selteneren Fällen tritt bei Asterias glacialis nach Götte sogar ein ähnliches Verhalten auf, wie wir es bei Asterina kennen lernten; es führt dann der Rückenporus in die unpaare Enterocoelblase, die erst später in linke und rechte Enterocoelblase und in die Hydrocoelblase zertheilt wird.

Bei den Echinoideen setzt sich nach Agassiz, Metschnikoff und Selenka der Rückenporus mit der linken Enterocoelblase in Verbindung und zwar auch hier wieder früher als sich von letzterer das Hydrocoel abschnürt. Dasselbe ist der Fall nach Metschnikoff bei den Ophiuren. Anders aber liegen die Verhältnisse bei den Holothurien nach den Beobachtungen von J. Müller, Baur, Metschnikoff und Selenka; dort verbindet sich der Rückenporus schon mit der unpaaren Enterocoelblase, bevor dieselbe irgend eine weitere Umbildung in die beiden Enterocoelblasen und das Hydrocoel erfahren hat.

Man hat sich daran gewöhnt, den Rückenporus der Echinodermenlarven als die primäre Kommunikationsöffnung der Außenwelt mit dem Wassergefäßsystem zu betrachten. Diese Auffassung halte ich nicht für ganz zutreffend. Man hat dabei einen Umstand nicht in Betracht gezogen, der eine größere Beachtung verdiente — ich meine den Umstand, dass, wie aus allen vorhin angeführten Beobachtungen hervorgeht, der Rückenporus anfänglich niemals nur mit dem Hydrocoel in Verbindung steht, sondern in einen Raum führt, der zugleich die linke Hälfte des Enterocoels oder das gesammte Enterocoel repräsentirt. Mir scheint es demnach den Thatsachen besser zu entsprechen, wenn man

den Rückenporus in seiner primären Bedeutung als einen in das Enterocoel führenden Porus betrachtet, welcher erst sekundär in engere Beziehung zu dem von dem Enterocoel abgespaltenen Wassergefäßsysteme tritt.

Das primäre Verhalten des Rückenporus als Enterocoelporus wird festgehalten von den Crinoideen. Hier führt, wie ich früher[1] gezeigt habe, der primäre Porus der Larve in das Enterocoel und eben so verhalten sich alle die zahlreichen Kelchporen, welche sich bei den erwachsenen Comatulen finden[2], so wie auch die fünf Kelchporen des Rhizocrinus[3]. Der Einwurf, dass auch in diesem Falle das Verhalten der Crinoideen nicht als ein ursprüngliches betrachtet werden könne, da ja nach meiner oben bei einer anderen Gelegenheit (vgl. p. 139) geäußerten Ansicht, die Comatuliden verhältnismäßig zu junge Formen seien, lässt sich leicht zurückweisen: einmal durch den Hinweis auf Rhizocrinus, der ja einer zweifellos älteren Crinoideengruppe angehört als die Comatuliden; zweitens ist kein Grund vorhanden die Kelchporen der noch älteren rein fossilen Crinoideen für etwas Anderes als für eine den Kelchporen der Comatulen und des Rhizocrinus durchaus homologe Einrichtung zu halten.

Auch bei den erwachsenen Holothurien besteht eine Einrichtung, welche man im ersten Augenblick für eine recht alte und ursprüngliche halten könnte; ich meine die Kommunikation zwischen dem Wassergefäßsystem und der Leibeshöhle, also dem Enterocoel. Dieselbe kommt aber bei den Holothurien nicht etwa dadurch zu Stande, dass die bei der Larve, vor vollständiger Abtrennung der Hydrocoelblase, vorhandene Verbindung zwischen Enterocoel und Hydrocoel erhalten bleibt. Es tritt vielmehr erst eine völlige Trennung des Hydrocoels von dem Enterocoel ein, welche, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, bei einzelnen Holothurien[4] in ähnlicher Weise das ganze Leben hindurch erhalten bleibt, wie es bei den Asterien, Ophiuren[5] und Echinoideen[6]

[1] Über d. primären Steinkanal d. Crinoideen etc. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIV. p. 315. (Morphol. Stud. II. p. 39.)

[2] Beiträge zur Anat. d. Crinoideen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVIII. p. 309 sqq. (Morphol. Studien. I. p. 55 sqq.)

[3] Zur Anat. d. Rhizocrinus lofotensis. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXIX. p. 63. (Morph. Stud. I. p. 117.)

[4] Bei Kolga hyalina nach DANIELSSEN und KOREN: Fra den Norske Nordhavsexpedition. Echinodermer. Nyt. Mag. f. Naturvid. 25. Bd. 1879.

[5] Über den Mangel einer von Anderen behaupteten Kommunikation zwischen Wassergefäßsytem und Leibeshöhle der Asterien und Ophiuren vgl. meine Beiträge zur Anat. d. Asteriden und Neue Beiträge zur Anat. d. Ophiuren.

[6] Nach neuen eigenen Untersuchungen.

der Fall ist. Bei den meisten Holothurien aber löst sich während des Jugendlebens der Rückenporus mit dem sich daran ansetzenden, in das Hydrocoel führenden Steinkanal von der Körperwand ab und kommt frei in das Enterocoel zu liegen, um nunmehr eine durchaus sekundäre Verbindung zwischen diesem und dem Hydrocoel herzustellen. Ein interessantes Übergangsstadium zwischen dem anfänglichen und dem definitiven Verhalten des Steinkanals der meisten Holothurien habe ich neuerdings bei den Jungen der lebendiggebärenden Chirodota zu beobachten Gelegenheit gehabt[1].

IV. Weitere Entwicklung des Hydrocoels; Anlage des Blutgefäßsystemes und des Munddarmes des Seesternes.

Wir haben die Larve der Asterina am Schlusse des fünften Entwicklungstages verlassen. Am sechsten und siebenten Tage sind es namentlich die weitere Umbildung der Hydrocoelanlage und die Entstehung des Blutgefäßsystemes, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Die Hauptzüge der jetzt näher zu beschreibenden Entwicklungsstufen des Hydrocoels habe ich schon oben kurz angedeutet. Für die Einzelheiten wird es sich empfehlen die betreffenden Abbildungen Fig. 31—55 zu betrachten. Wir beginnen mit Fig. 36. Dieselbe zeigt uns die Larve in der Ansicht von links. Das Hydrocoel bildet eine nach oben mit dem Enterocoel zusammenhängende Tasche, welche sich an ihrem Rande in fünf Buchten ausgelappt hat. Von diesen fünf Buchten liegt eine, welche wir mit Nr. *1* bezeichnen wollen, dicht an der linken Seite des Munddarmes der Larve. Die vier anderen folgen nach hinten in bogenförmiger Anordnung; die zweite von ihnen, also Nr. *3* der ganzen Reihe, nimmt die unterste Lage ein. Nr. *1* und Nr. *5*, so wie Nr. *2* und Nr. *4* liegen manchmal auf ziemlich gleicher Höhe; meistens aber liegen Nr. *4* und Nr. *5* etwas höher als Nr. *2* und Nr. *1*. Die fünf Buchten sind, wie wir bereits wissen, die Anlagen der fünf radiären Wassergefäße des Seesternes. Hinter der fünflappigen Wassergefäßanlage, zwischen ihr und dem Rückenporus, befindet sich, gleichfalls an der linken Seite des Larvendarmes, ein Theil der linken Enterocoeltasche, welcher an dieser Stelle die Kommunikation des Enterocoels, welches den Darm umgiebt, mit dem Enterocoel in dem Kopflappen herstellt. In dieses Verbindungsstück zwischen dem links vom Darm gelegenen Enterocoel mit dem Enterocoel des Kopflappens führt der Rückenporus hinein. Dreht man die Larve so, dass Hydrocoel und Rückenporus über einander zu liegen kommen, so kann man jetzt schon bemerken, dass letzterer in Bezug auf seine Lage zu den fünf Ausbuch-

[1] Über eine lebendiggebärende Synapt. Taf. III, Fig. 8.

tungen des Hydrocoels zwischen die vierte und fünfte (nach der oben gewählten Numerirung) fällt. Der Rückenporus ist, wie wir uns überzeugen werden, die Anlage der Madreporenöffnung des jungen Seesternes. Bekanntlich liegt die Madreporenöffnung bei allen Echinodermen ausnahmslos in einem Interradius. Diese typische Lage zu den die Radien bestimmenden radiären Wassergefäßen besitzt also der Rückenporus der Asterina von seinem allerersten Auftreten an. In Fig. 31 ist gleichfalls die Verbindung des Rückenporus mit dem Enterocoel an derjenigen Stelle zu erkennen, an welcher das Enterocoel des Kopflappens mit dem Enterocoel, welches den Darm umgiebt, kommunicirt. In Fig. 32 blickt man von vorn auf die durchsichtig gemachte Larve und erkennt links vom Larvenmunde die beiden Lappen Nr. *1* und Nr. *2* der dort befindlichen Wassergefäßanlage, welche nach oben in der Richtung des Pfeiles mit dem Enterocoel des Kopflappens in offenem Zusammenhang steht. Nach unten aber ist das Hydrocoel vollständig gegen das Enterocoel abgeschlossen, wie man besonders dann mit Leichtigkeit konstatiren kann, wenn man die Larve so aufstellt, dass man auf ihr unteres Körperende blickt. Die Figur 37 ist einer derartig aufgestellten Larve entnommen und lässt den vollkommenen Abschluss des Hydrocoels, von welchem man bei relativ hoher Einstellung, wie die Abbildung zeigt, nur die unteren Enden der Hydrocoellappen Nr. *2* und *3* sieht, mit aller Sicherheit erkennen. Trennt man an einer Larve dieses Stadiums durch einen Flächenschnitt die Körperwand der linken Seite ab, so erhält man einen besonders deutlichen Überblick über die fünf Buchten oder Lappen des Hydrocoels (vgl. Fig. 38). An all' den zuletzt erwähnten Figuren ist übrigens zu beachten, dass die Zellenschicht der Hydrocoelwand bedeutend höher ist als die niedrige Zellenlage des Enterocoels; an der Übergangsstelle des Hydrocoels in das Enterocoel gehen beide Zellenschichten ganz allmählich in einander über. An dieser Übergangsstelle hat es mitunter den Anschein, als wenn jetzt schon durch eine vom oberen Rande der Bucht Nr. *1* zum oberen Rande der Bucht Nr. *5* hinüberstreichende dünne Enterocoelfalte einen Abschluss des Hydrocoels auch gegen das Enterocoel des Kopflappens bewerkstellige; so zum Beispiel in Fig. 38. Genauere Untersuchung zeigt aber, dass diese Falte nur sehr niedrig ist und zwar eine Einschnürung an der Übergangsstelle, nicht aber eine völlige Abschnürung bewirkt (vgl. auch Fig. 47). Die vollkommene Abschnürung des Hydrocoels von dem Enterocoel tritt vielmehr erst bedeutend später ein. Für den jetzt noch bestehenden weiten Zusammenhang des Hydrocoels mit dem Enterocoel sind auch die Abbildungen Fig. 48, 51 und 55 sehr instruktiv. Es ist übrigens zu bemerken, dass die Weite der anfänglichen Kommunikationsöffnung,

so wie auch später der Grad, bis zu welchem die allmähliche Abschnürung des Hydrocoels fortgeschritten ist, zur selben Zeit bei durchaus gleichalterigen Larven nicht immer genau derselbe ist. Die Dauer in den Entwicklungsstadien der einzelnen Organe sowohl wie auch der ganzen Thiere ist mannigfaltigen Schwankungen unterworfen, so dass auch die von mir angegebenen Zeiten immer nur als Durchschnittsangaben gelten können.

Von besonderem Interesse ist am siebenten Tage die Abschnürung eines Kanales an der dem Körperinneren der Larve zugekehrten Seite des Hydrocoels. In der Richtung auf den in das Enterocoel einmündenden Rückenporus bildet sich an der dem Körperinneren der Larve zugekehrten Wand des Hydrocoels eine Rinne aus, welche sich sehr bald zu einem Kanal schließt. Dieser Kanal mündet mit dem einen Ende in das Hydrocoel und zwar zwischen der Basis der vierten und fünften Ausbuchtung des letzteren (vgl. Fig. 47). Mit dem anderen dem Rückenporus zugekehrten Ende mündet der Kanal in das Enterocoel. Seine Einmündungsstelle und die Einmündungsstelle des Rückenporus in das Enterocoel liegen in unmittelbarster Nachbarschaft dicht neben einander und es bedarf genauer Untersuchung, um sie als zwei differente Öffnungen wahrzunehmen (vgl. Fig. 45). Der in Rede stehende Kanal ist der Steinkanal des zukünftigen Seesternes. Steinkanal und Rückenporus setzen sich also bei Asterina nicht sofort — später geschieht dies allerdings — in geschlossene Verbindung mit einander, so dass alles durch den Rückenporus aufgenommene Wasser direkt in das Hydrocoel gelangen müsste, sondern beide führen anfänglich dicht neben einander in das Enterocoel und die Kommunikation zwischen dem Seewasser und dem Hydrocoel ist keine direkte, sondern eine indirekte durch Vermittelung des Enterocoels. Damit haben wir bei der Larve der Asterina ein Verhältnis zwischen Rückenporus und Steinkanal wie wir es bis jetzt einzig und allein bei den Crinoideen sowohl in den Jugendstadien als auch bei den Erwachsenen kennen[1]. Bei Asterina besteht dieses Verhältnis allerdings nur vorübergehend; später tritt eine direkte und geschlossene Verbindung zwischen Steinkanal und Rückenporus auf, in seltenen Fällen kann diese geschlossene Verbindung sogar schon am siebenten Tage (vgl. Fig. 39) auftreten. (Ich bin übrigens zweifelhaft, ob nicht diese verfrühte geschlossene Verbindung zwischen Rückenporus und Steinkanal bei der für die Fig. 39 benutzten Larve pathologisch ist.)

Verfolgt man die Veränderungen, welche das Hydrocoel nach dem

[1] cf. Ludwig, Beiträge zur Anat. der Crinoid.; — Zur Anat. d. Rhizocrinus; — Über den primären Steinkanal d. Crinoideen.

siebenten Tage erfährt, so bemerkt man zunächst, dass die fünf Buchten oder Lappen ihre einfach abgerundete Form nicht behalten, sondern erst dreilappig und dann fünflappig werden. Es erfahren aber die fünf Lappen oder Buchten die Umgestaltung nicht etwa gleichzeitig, sondern so, dass die Bucht Nr. *3*, also die mittelste, den übrigen vorausgeht, dann folgen Nr. *2* und Nr. *4*, und schließlich auch Nr. *1* und Nr. *5*. So findet man Nr. *3* schon dreilappig, während die vier übrigen noch gar keinerlei Ausbuchtungen zeigen, und wenn *Nr. 3* schon fünfbuchtig geworden ist, sind Nr. *2* und Nr. *4* gewöhnlich erst auf dem dreibuchtigen Stadium angelangt, während Nr. *1* und Nr. *5* noch gar nicht geändert sind. Die fünf Buchten, die sich so allmählich an jeder der fünf primären Buchten des Hydrocoels entwickeln, sind immer so angeordnet, dass eine unpaare das blinde Ende der primären Bucht einnimmt, die vier anderen aber sich paarig an den Seiten der primären Bucht gegenüber liegen. Die beiden Paare seitlicher Buchten können wir als das proximale und das distale Paar unterscheiden; letzteres grenzt an die unpaare terminale Bucht. Ihre Bedeutung für die Weiterentwicklung ist diejenige, dass die terminale unpaare Bucht die Anlage des Fühlers ist, die beiden paarigen Buchten aber sind die Anlagen der ersten beiden Füßchenpaare. So wie am jungen Seesterne neue Füßchenpaare immer zwischen dem Fühler und dem nächst gelegenen und zuletzt gebildeten Füßchenpaare entstehen, so verhalten sich auch schon die Anlagen der beiden ersten Füßchenpaare zu einander: Das proximale Paar ist das ältere, zuerst gebildete, das distale Paar das jüngere. Alle später bei dem jungen Seestern auftretenden Füßchenpaare bilden sich zwischen dem distalen der beiden ersten Paare von Füßchenanlagen und der terminalen Ausbuchtung. Letztere ist also streng genommen nicht nur die Anlage des Fühlers, sondern auch des radiären Wassergefäßes und aller Füßchenpaare desselben vom zweiten Füßchenpaare an bis zur Armspitze. Für die dreibuchtige und fünfbuchtige Umgestaltung der fünf primären Hydrocoelbuchten bitte ich namentlich Fig. 73, 77, 78, 86 und 95 zu vergleichen. Ganz ähnliche Umformung der fünf primären Hydrocoelbuchten in eine erst dreitheilige, dann fünftheilige Form sind ja auch schon von anderen Echinodermen hinlänglich bekannt; so z. B. bei Asterien durch Agassiz[1] und Metschnikoff[2], bei Ophiuren durch Metschnikoff[3].

Während das Hydrocoel die eben beschriebenen Umbildungen erleidet, schreitet auch die Weiterentwicklung der äußeren Gestalt der

[1] North American Starfishes. Pl. VI, Fig. 7, 8.

[2] l. c. 1869. p. 38. Taf. XI, Fig. 11.

[3] l. c. 1869. p. 17. Taf. IV, Fig. 10, 12—14; p. 28. Taf. VI, Fig. 8—11.

Larve lebhaft vorwärts. Indessen wollen wir die äußeren Formveränderungen der Larve vom siebenten Tage an lieber erst im nächsten Kapitel, im Zusammenhang mit der Bildungsgeschichte des Skelettes behandeln. Hier braucht nur darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass das Hydrocoel in seiner weiteren Entwicklung die Körperwand der Larve, so weit sie das Hydrocoel überdeckt, nach außen vorwölbt. In Folge dessen ragt schon am achten Tage (vgl. Fig. 62) an der linken Seite der Larve eine fünflappige Erhebung über das Niveau der Körperoberfläche hervor. Jeder der fünf Lappen entspricht einer darunter gelegenen primären Bucht des Hydrocoels. Weiterhin prägt sich auch die Dreitheilung und noch später die Fünftheilung der Hydrocoelbuchten auch in der Form der oberflächlichen Erhebungen aus (vgl. Fig. 66, 67, 69, 70).

Bevor wir uns jetzt zu einem anderen wichtigen Ereignisse des sechsten und siebenten Entwicklungstages, nämlich zur Anlage des Blutgefäßsystemes wenden, bedarf die Form, welche der Darm der Larve unterdessen angenommen hat, noch einer kurzen Besprechung. Oben habe ich schon erwähnt, dass der Darm frühzeitig aus seiner medianen Lage heraus nach der rechten Körperhälfte hinüber gedrängt wird. Der Larvendarm wird in seiner Lage gehalten 1) durch den Munddarm (eine Afteröffnung oder ein Rest einer solchen ist am siebenten Tage niemals mehr wahrzunehmen); 2) durch die Scheidewand zwischen linker und rechter Enterocoeltasche an der Hinterseite des Darmes, welche wir der Einfachheit halber kurzweg das Mesenterium nennen wollen und nachher noch genauer ins Auge fassen müssen; 3) dadurch, dass die Darmwand dort, wo sie dem Hydrocoel zugekehrt ist, eine demgemäß nach links gerichtete Ausbuchtung bildet, welche sich mit Hilfe einer dünnen Mesodermlage dem Hydrocoel anlagert. Diese letzterwähnte an der linken Seite des Larvendarmes auftretende Ausbuchtung ist, wie ich bemerken will, die Anlage des Munddarmes des Seesternes. Man erkennt Form und Lage derselben in Fig. 39, 42, 43, 54 und 55.

An dem unteren Rande dieser Darmausbuchtung nun bemerkt man die ersten Spuren des Blutgefäßsystemes. An dieser Stelle nämlich tritt in der zwischen der Wand des Hydrocoels, der Wand des Enterocoels und der Wand des Darmes befindlichen Mesodermschicht eine Spalte auf, welche eine sehr niedrige Zellenauskleidung aufweist. Damit ist, wie die späteren Stadien zeigen, die Anlage des Blutgefäßsystemes und zwar speciell des oralen Blutgefäßringes gegeben. Die Lage der Spalte ist auf Fig. 102 mit × bezeichnet; auch in Fig. 54 ist sie deutlich zu erkennen. Da das Mesoderm ja dadurch entsteht, dass sich die ursprüngliche Furchungshöhle, das Blastocoel, durch Ein-

wanderung von Zellen in die dieselbe erfüllende Flüssigkeit (»Gallertkern« HENSEN) in eine zellige Gewebsschicht umwandelt, so kann man mit Recht vermuthen, dass die Spalte, welche als erste Anlage des oralen Blutgefäßringes bemerkbar wird, eine unmittelbare Fortsetzung der ursprünglichen Furchungshöhle ist, gewissermaßen der letzte Rest derselben. Den genauen Nachweis aber, ob die Mesodermspalte wirklich ein Überbleibsel des Blastocoels ist oder ob sie eine Neubildung ist, vermochte ich nicht zu führen. Da aber bisher überhaupt von keinem einzigen Echinoderm die Entstehung des Blutgefäßsystemes bekannt geworden ist und sich aus meinen Beobachtungen wenigstens das Eine mit Sicherheit ergiebt, dass das Blutgefäßsystem als eine Mesodermspalte auftritt, also als eine Art von Schizocoel, so glaube ich doch nach dieser Richtung einen erheblichen Schritt weiter gekommen zu sein als meine Vorgänger. Die Spalte, welche an der vorhin besprochenen Stelle als Anlage des oralen Blutgefäßringes auftritt, steht nirgends in Zusammenhang mit den anderen Hohlräumen des Larvenkörpers. Nach vorn (vgl. Fig. 50 und 53) hört sie blindgeschlossen auf, nach hinten und oben aber (vgl. dieselben Figuren so wie auch Fig. 54, 55 und 42) setzt sie sich in einen Spaltraum fort, welcher neben dem Steinkanal hinzieht, dann umbiegt und in das Mesenterium eindringt, in welchem er schließlich gleichfalls blindgeschlossen sein Ende findet. Der neben dem Steinkanal und dann in dem Mesenterium verlaufende Spaltraum ist die Anlage des Centralgeflechtes des Blutgefäßsystemes. Um die Lagebeziehung der Centralblutgeflechtanlage namentlich zu dem Steinkanal richtig aufzufassen, müssen wir jetzt auch die Lage des schon mehrmals erwähnten Mesenteriums genauer betrachten. Wie Fig. 103 und 105 deutlich zeigen, verläuft in den vorhergehenden Stadien das Mesenterium so, dass es rechts von dem Rückenporus ungefähr in der Medianebene beginnt und von da aus schief nach unten und rechts an der hinteren und rechten Wand des Darmes herunterzieht. Die obere Grenze des Mesenteriums liegt in derselben Höhe, in welcher Rückenporus und Steinkanal dicht neben einander in das Enterocoel einmünden. Die untere Grenze des Mesenteriums entspricht der Stelle, an welcher früher der Darm mit der jetzt geschwundenen Afteröffnung nach außen führte. Das Mesenterium bleibt bei den in den späteren Stadien auftretenden Verkrümmungen des Larvendarmes in seiner Lage, wird aber kürzer, so dass sein unteres Ende dem oberen näher rückt. Da es an seinem oberen Ende rechts neben dem Rückenporus und dem Beginn des Steinkanales liegt, so ist damit schon die erste Andeutung eines konstanten Lageverhältnisses gegeben, welches wir bei allen erwachsenen Asterien wieder finden. Wie nämlich zuerst

Siebold[1] und später ich selbst[2] hervorgehoben haben, liegen Steinkanal und Centralblutgeflecht der Asterien stets so neben einander, dass bei der Ansicht von der Dorsalseite das Centralblutgeflecht rechts vom Steinkanal sich befindet und auch bei den Ophiuren kehrt dieselbe konstante Lagerung wieder[3]. Am besten erkennt man dieses schon in der ersten Anlage des Centralblutgeflechtes ausgesprochene Verhältnis in Fig. 54.

Von den Veränderungen, welche wir schon oben während des siebenten Tages an dem Larvendarme vorübergehend kennen lernten, sind einige noch einer näheren Besprechung werth. Was zunächst die Anlage des Munddarmes des späteren Seesternes anbelangt, so bildet sich dieselbe, wie wir sahen, durch eine Ausbuchtung an der linken Seite des Darmes. Dieselbe geht niemals von dem Munddarme der Larve aus, sondern stets von dem oberen Theile des aus dem Gastruladarme entstandenen Hauptabschnitte des Darmes. Sehr bald nach ihrem Entstehen nimmt diese Ausbuchtung eine deutlich dreilappige Form an (vgl. Fig. 43). Legt man dann einen Querschnitt durch die Ausbuchtung, so erkennt man, dass auch ihr inneres Lumen in drei Buchten zerfällt. Beachtet man die Richtung der drei Buchten der Anlage des Seestern-Munddarmes, so ergiebt sich ein Lageverhältnis, welches fast ausnahmslos bei allen darauf untersuchten Larven nachgewiesen werden konnte. Blickt man nämlich von der linken Seite auf die Larve, so liegt die Anlage des Seestern-Munddarmes stets dicht hinter der Hydrocoelanlage und ihre drei Buchten sind im Vergleich zu den fünf primären Buchten des Hydrocoels fast ausnahmslos so gerichtet, dass die eine vordere Darmbucht in die Richtung der ersten Hydrocoelbucht, die zweite untere Darmbucht zwischen die zweite und dritte Hydrocoelbucht und die dritte hintere Darmbucht in die Richtung der vierten Hydrocoelbucht fällt (vgl. Fig. 53). Es ist nun interessant zu bemerken, dass diese Lagebeziehung zwischen den Buchten der Munddarmanlage des Seesternes und den Anlagen der fünf radiären Wassergefäße (= den primären Buchten des Hydrocoels) sich durch die ganze Metamorphose hindurch verfolgen und auch noch an dem jungen fertig gebildeten Seesterne nachweisen lässt (vgl. Fig. 95).

Eine andere Veränderung, die bei manchen Larven schon am siebenten Tage, bei den meisten aber erst später, am achten und neunten Tage, auftritt, ist die Rückbildung des Larvenmunddarmes.

[1] Müller's Archiv. 1836. p. 298.
[2] Beiträge zur Anat. d. Asterien. p. 168 und Holzschnitt p. 166.
[3] Ludwig, Neue Beiträge zur Anat. d. Ophiuren. Taf. XIV, Fig. 8.

Man findet schon am siebenten Tage neben solchen Larven, bei welchen der Munddarm noch intakt ist, mitunter solche, bei welchen die Verbindung zwischen Munddarm und Haupttheil des Darmes unterbrochen ist und ersterer sich zu einer blindgeschlossenen Grube, in welche die Mundöffnung hineinführt, umgebildet hat. In diesen Fällen kehrt der Munddarm gewissermaßen auf sein Anfangsstadium, in welchem er als blindgeschlossene Ektodermeinstülpung dem Gastruladarme entgegenwuchs, zurück. Fig. 54 ist einer derartigen Larve mit frühzeitig reducirtem Munddarme entnommen; da wo früher der Munddarm zum Magen hinüberzog, ist jetzt nur noch eine von der Zellenlage des Enterocoels überkleidete Mesodermplatte vorhanden.

V. Die äußere Körperform; das Larvenorgan; Anlage der Skeletttheile.

Die äußere Körperform der Larve hat während der im vorigen Kapitel geschilderten Entwicklungsvorgänge gleichfalls eine Weiterentwicklung erfahren. Wir wollen uns bei Besprechung derselben aber nicht auf den sechsten und siebenten Tag beschränken, sondern auch die nächstfolgenden Stadien gleich mit in Betracht ziehen. Ich gehe aus von dem uns bereits bekannten Stadium der Fig. 33, 34 und 35. Die beiden Kopflappen, der vordere kleinere und der hintere größere, bilden zusammen ein besonderes Lokomotionsorgan der Larve, welches am siebenten, achten und neunten Tage seine stärkste Entwicklung erlangt. Wir wollen das ganze Gebilde, da es ausschließlich der Larve angehört und später bei der Verwandlung der Larve in den Seestern vollständig rückgebildet wird ohne in ein bestimmtes Organ des Seesternes überzugehen, einfach »das Larvenorgan« nennen. Die Wand des Larvenorgans besteht (vgl. Fig. 71) aus den drei Körperschichten der Larve: zu äußerst findet sich eine hohe Ektodermschicht, zu innerst eine niedrige Entodermlage, zwischen beiden eine Mesodermlage, welche hier wie an anderen Körperstellen aus einer Zwischensubstanz und darin eingelagerten verzweigten Zellen besteht. Auf der Außenseite der Entodermschicht hat sich eine dünne Lage von neben einander gelagerten feinen Muskelfasern gebildet. Die Entodermschicht umschließt den geräumigen Innenraum des Larvenorganes, welcher ein Theil des Enterocoels ist und sowohl mit dem den Darm umgebenden Enterocoel als auch mit dem Hydrocoel in offener Verbindung steht. In Folge der Muskulatur der Wandung vermögen sich die beiden Lappen des Larvenorganes zu verkürzen und nach rechts und links, oben und unten zu krümmen. Einströmung von Enterocoelflüssigkeit vermag die verkürzten Lappen wieder zu verlängern. Die Larve benutzt, wie das schon von dem ersten

Beobachter, LACAZE-DUTHIERS[1], richtig gesehen worden ist, das Larvenorgan in ganz ähnlicher Weise, wie der Seestern seine Saugfüßchen. Da die Larve die beiden Lappen des Organes abwechselnd oder auch gleichzeitig zu bewegen und sich damit anzusaugen vermag, so dienen ihr dieselben sowohl zur Fortbewegung als auch um sich an irgend einer Stelle längere Zeit festhalten zu können. Beachtenswerth erscheint mir der Umstand, dass mitunter bei einzelnen Larven einer der beiden Kopflappen sich gegabelt hat und zwar ist das dann immer der vordere, über dem Larvenmunde gelegene. Wenn schon die Lage, die Funktionsweise und die Beziehung des Larvenorganes zu dem Enterocoel keinen Zweifel daran aufkommen lassen kann, dass das Larvenorgan der Asterina den Armen einer Brachiolaria im Allgemeinen homolog ist, so lässt sich diese Homologie dann, wenn der vordere Lappen sich gegabelt hat, also in ein Lappenpaar getheilt ist, auch im Einzelnen durchführen. Betrachten wir z. B. eine Brachiolaria, wie sie uns AGASSIZ[2] oder JOH. MÜLLER[3] abbilden, so finden wir auch dort über dem Munde die drei Arme so orientirt, dass zwei von ihnen paarig angeordnet sind und dem Munde zunächst liegen, der dritte unpaare aber weiter von dem Munde entfernt ist. Ein ganz ähnliches Larvenorgan, wie wir es hier von Asterina kennen gelernt haben, ist übrigens in wesentlich gleicher Form schon von einigen anderen Seesternen bekannt. So beschreibt SARS schon im Jahre 1844[4] und dann wieder ausführlicher im Jahre 1846[5] bei Echinaster (Sarsii) sanguinolentus und Asteracanthion Mülleri besondere Anheftungsorgane der Larven, welche sich nur dadurch von dem Larvenorgan der Asterina unterscheiden, dass sie nicht nur dreitheilig, sondern viertheilig und schließlich sogar fünftheilig werden. SARS hat bei einer späteren Gelegenheit auch schon die morphologische Identität der Arme der Brachiolaria mit den Haftorganen von Echinaster Sarsii und Asteracanthion Mülleri ausgesprochen[6]. Noch früher aber und wohl zuerst von allen Autoren hat J. MÜLLER[7] das Larvenorgan des Echinaster (Sarsii) sanguinolentus als homolog mit den Armen der Brachiolaria erkannt. Derselben Ansicht ist auch AGASSIZ[8] und W. THOMSON[9]. Letzterer hat bei Asteracanthion

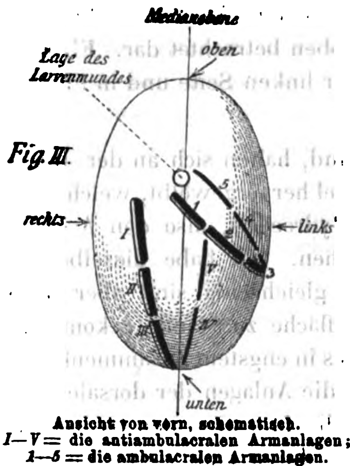
[1] Comptes rendus. T. 78. Paris 1874. p. 26. [2] l. c. Pl. VII. Fig. 8.
[3] Zweite Abhandl. Taf. III, Fig. 1—4.
[4] Archiv f. Naturgesch. 1844. Bd. I. p. 169 sqq.
[5] Fauna littoralis Norvegiae. Bd. I. 1846.
[6] Nyt Magazin for Naturvidenskab. XII. 1863. p. 324—337.
[7] J. MÜLLER, Über den allgemeinen Plan in der Entwicklung der Echinodermen. Berlin 1853. p. 12. [8] North American Starfishes.
[9] W. THOMSON, On the Embryology of Asteracanthion violaceus. (Quart. Journ. Micr. Soc. 1861; so wie auch in:) Natural History Review July 1863. p. 14. Fig. 3 A.

violaceus ein Larvenorgan wahrgenommen, welches sich ganz so verhält wie das Larvenorgan der Asterina; doch ist es bei Asteracanthion stets dreitheilig, während es bei Asterina gewöhnlich nur zweitheilig bleibt. Die obere Fläche des Larvenorganes besitzt bei Asterina anfänglich (vgl. Fig. 17) eine ungefähr eiförmige Vertiefung, welche Veranlassung dazu gegeben hat, dass LACAZE-DUTHIERS, welchem alle wirklichen, dauernd oder zeitweilig vorhandenen Öffnungen am Larvenkörper entgangen sind, an dieser Stelle eine Mundöffnung beschrieb. Schon in dem Stadium der Figuren 33—35 erhebt sich vom Grunde jener Vertiefung eine buckelförmige Erhebung und in späteren Stadien werden diese Erhebungen immer zahlreicher ohne eine bestimmte Regelmäßigkeit in Form, Zahl oder Anordnung erkennen zu lassen; auch wechselt die Konfiguration der oberen Fläche wie überhaupt des ganzen Larvenorganes sehr mannigfaltig je nach dem Kontraktionszustande desselben. Um eine Anschauung davon zu geben, stellt Fig. 58 eine Ansicht des Larvenorganes von einer achttägigen Larve von oben betrachtet dar. Eben so alt ist die Larve, welche in Fig. 56 von der linken Seite und in Fig. 57 von unten gezeichnet ist.

Bei anderen Larven, die kaum älter sind, haben sich an der linken Seite schon fünf eine Rosette bildende Buckel hervorgewölbt, welche den darunter gelegenen Ausbuchtungen des Hydrocoels, also den Anlagen der fünf radiären Wassergefäße entsprechen. Ich habe dieselben in Fig. 62 mit Nr. 1 bis 5 bezeichnet. Fast gleichzeitig sind aber noch fünf andere Vorwölbungen der Körperoberfläche zu Stande gekommen, die mit der Bildung der Arme des Seesternes in engstem Zusammenhange stehen und nichts Anderes darstellen als die Anlagen der dorsalen Bezirke der Seesternarme. Während aber die fünf über den Hydrocoelbuchten gelegenen Vorwölbungen weniger durch eine Verdickung der Körperwand als vielmehr durch eine Vordrängung derselben nach außen durch das von innen andrängende Hydrocoel zu Stande kommen, bilden sich jene fünf anderen Vorwölbungen durch Verdickungen der Körperwand, welche dadurch entstehen, dass an den betreffenden fünf Stellen sich die Mesodermelemente lebhafter vermehren. Es sind also jene Vorwölbungen nur der äußere Ausdruck von fünf Mesodermverdickungen. Da aus ihnen die dorsalen, d. h. antiambulacralen Bezirke der Arme des Seesternes hervorgehen, so wollen wir sie die antiambulacralen Armanlagen nennen; die fünf Vorwölbungen über dem Hydrocoel aber werden dann, da aus ihnen die ambulacralen Bezirke der Arme ihre Entstehung nehmen, passend als die ambulacralen Armanlagen bezeichnet werden können. Während ich die letzteren in den Abbil-

dungen mit den arabischen Ziffern von *1* bis *5* numerirt habe, habe ich den ersteren die lateinische Bezifferung *I* bis *V* gegeben.

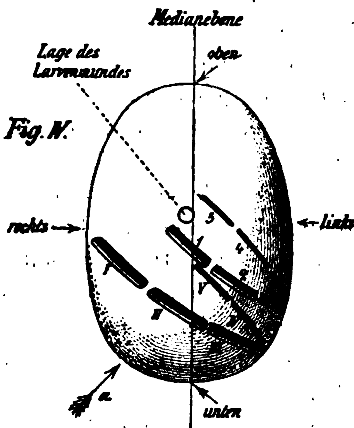
Wie die Abbildungen Fig. 62 und 63, welche dieselbe Larve von links und von rechts gesehen darstellen, lehren, liegen die erste und zweite der antiambulacralen Armanlagen ganz an der rechten Seite der Larve; auch Nr. *III* liegt noch vorzugsweise rechts; Nr. *IV* und *V* aber befinden sich links von der hinteren Mittellinie der Larve. Betrachtet man die Larve von vorn und hinten, so zeigt sich, was übrigens auch schon die Seitenansichten lehren, dass die drei rechts gelegenen antiambulacralen Armanlagen der Vorderseite, die zwei links gelegenen aber der Hinterseite angehören. Alle fünf antiambulacralen Armanlagen haben also zusammen eine bogenförmige Anordnung; die Konkavität des Bogens ist nach oben gerichtet; der Bogen ist nach oben offen, nicht zu einem Kreise geschlossen. Der Bogen liegt in Bezug auf die Medianebene der Larve schief und zwar so, dass er rechts und nach unten von dem Larvenmunde beginnt, dann nach unten und zugleich nach hinten unter allmählicher Annäherung an die Medianebene sich fortsetzt, dann am unteren Ende des Larvenkörpers die Medianebene überschreitet und nach oben und hinten aufsteigt. Der Bogen der antiambulacralen Armanlagen liegt aber auch nicht parallel mit dem Bogen der ambulacralen Armanlagen, sondern macht einen viel spitzeren Winkel mit der Medianebene als jener. Das Lageverhältnis beider Bogen zu einander kann man sich schematisch ungefähr in obenstehender Weise denken, wobei die Larve ohne Berücksichtigung des Larvenorganes einfach als Ellipsoid gedacht ist. In dieser schematischen Figur sind die auf der Vorderseite gelegenen Theile des antiambulacralen und des ambulacralen Bogens mit doppeltem Kontur gezeichnet; die fünf Stücke, aus denen sich jeder Bogen zusammensetzt, sind in so fern übereinstimmend numerirt, als wir als erstes Stück das vorderste, dem Larvenmunde zunächst gelegene bezeichnen und von diesem aus der Reihe nach weiterzählen.

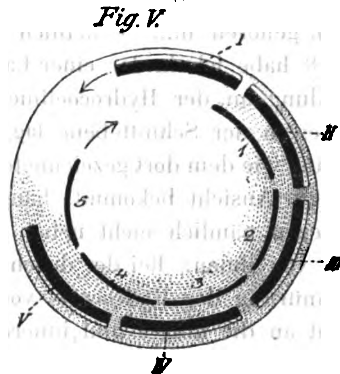


Ansicht von vorn, schematisch.
I—*V* = die antiambulacralen Armanlagen;
1—*5* = die ambulacralen Armanlagen.

Die Lage des antiambulacralen und des ambulacralen Bogens zu einander bleibt nun aber nicht dauernd dieselbe, sondern sie rücken einander allmählich näher, bis die Ebenen beider Bogen fast parallel zu

einander liegen. Gewöhnlich tritt diese Verschiebung am achten Tage ein. Sie geht Hand in Hand mit der immer kräftiger werdenden Entwicklung der ambulacralen und antiambulacralen Armanlagen. So finden wir denn am Ende des achten Tages (vgl. Fig. 66—70) die beiden Bogen in einer gegenseitigen Lage zu einander, wie sie sich schematisch ungefähr in der untenstehenden Weise (Fig. IV) ausdrücken lässt. Man bemerkt jetzt schon, dass die gleichnumerirten Stücke beider Bogen nicht genau über einander zu liegen kommen, dass namentlich die antiambulacrale Armanlage Nr. *I* nicht unter die ambulacrale Anlage Nr. *1* rückt, sondern weiter nach rechts geschoben wird, dass dagegen Nr. *II* unter Nr. *1* und Nr. *III* unter Nr. *2* zu liegen kommen. Noch deutlicher





I—V die antiambulacralen Armanlagen; *1—5* die ambulacralen Armanlagen; letztere sind in Fig. V unter, erstere über der Ebene des Papiers zu denken.

wird das, wenn man in einer Richtung, wie sie in derselben Figur durch den Pfeil *a* angedeutet ist, auf die Larve blickt. Man erkennt dann ein Lageverhältnis der antiambulacralen und der ambulacralen Armanlagen zu einander, wie es sich schematisch etwa in obenstehender Fig. V ausdrücken lässt. Wir werden später bei der Metamorphose der Larve in den jungen Seestern sehen, dass die hier schon auftretende Verschiebung des ambulacralen Bogens *1* bis *5* gegen den antiambulacralen Bogen *I* bis *V* eine wichtige Rolle spielt. Wir werden dann auf das Stadium des achten Tages zurückgreifen müssen.

Für die Betrachtung der E n t w i c k l u n g d e s S k e l e t t e s müssen wir zwei Gruppen von frühzeitig auftretenden Skeletttheilen unterscheiden, von denen die eine die primären Anlagen der Wirbelstücke oder Ambulacralstücke der zukünftigen Seesternarme umfasst, die andere

aber die Anlagen der primären Skelettstücke der Dorsalseite des Seesternes in sich begreift.

A. *Entstehung der Ambulacralstücke der Seesternarme.* Sobald an dem fünfbuchtigen Hydrocoel die einzelnen Buchten sich etwas zu verlängern und dann dreilappig zu werden beginnen, bemerkt man, dass rechts und links von der Basis einer jeden Hydrocoelbucht ein winziges Kalkkörperchen auftritt; ja selbst noch vor der Dreitheilung der Hydrocoelbuchten sind meist schon die ersten Spuren der Kalkkörperchen wahrzunehmen. So bekommen wir also an dem ganzen Hydrocoel fünf Paare derartiger Kalkbildungen. Das erstgebildete dieser fünf Paare ist dasjenige, welches zu der Hydrocoelbucht Nr. *3* gehört, die ja, wie wir sahen, in ihrer Entwicklung den vier anderen Buchten etwas voraus ist; dann folgen sehr bald die Paare, welche zu den Hydrocoelbuchten Nr. *2* und *4* gehören und schließlich auch diejenigen zu Nr. *1* und *5*. In Fig. 38 habe ich in der einer Larve vom siebenten Tage entnommenen Abbildung an der Hydrocoelbucht Nr. *1* eines jener Kalkkörperchen, welches in der Schnittebene lag, eingezeichnet. Dass man bei einem Schnitte, wie dem dort gezeichneten, nicht alle fünf Paare von Kalkkörperchen zur Ansicht bekommt, hängt mit der Lage derselben zusammen. Sie liegen nämlich nicht neben den Hydrocoelbuchten, sondern nach innen von ihnen. Bei der durch eine Falte (vgl. Fig. 101) eingeleiteten Abschnürung des Hydrocoels vom Enterocoel gelangt eine Mesodermschicht an die untere und innere, d. h. dem Körperinnern der Larve zugekehrte Wand des Hydrocoels; in dieser Mesodermschicht ist die Matrix für die Entstehung der uns beschäftigenden Kalkkörper gegeben. Jedes derartige Kalkkörperchen ist die Anlage für ein Ambulacral- oder Wirbelstück des späteren Armskelettes. Durch alle Stadien vom siebenten Tage an kann man die ersten jungen Ambulacralstücke erkennen; stets und immer liegen sie rechts und links von den fünf primären Hydrocoelbuchten und zugleich tiefer nach innen als diese und ausnahmslos lässt sich konstatiren, dass sie in der Mesodermplatte entstanden sind, welche das Hydrocoel an seiner unteren und inneren Seite von dem Enterocoel trennt. In den Abbildungen der Taf. III, IV und V, welche sämmtlich Stadien angehören, in welchen die jungen Ambulacralstücke schon angelegt sind, habe ich absichtlich unterlassen sie einzuzeichnen, um die Abbildungen nicht zu kompliciren zu machen. Um die anfängliche Lage der Ambulacralstücke klar zu machen, wird es, denke ich, genügen, dass ich sie in eine Abbildung, welche dem neunten Tage entnommen ist (Fig. 77), in der Ansicht von der Fläche, ferner in eine Abbildung einer zehntägigen Larve gleichfalls von der Fläche (Fig. 91), und in einen Schnitt durch

eine gleichfalls zehntägige Larve (Fig. 90) in der Seitenansicht eingetragen habe. Namentlich die letzterwähnte Figur giebt eine deutliche Vorstellung von der Lage der jungen Ambulacralstücke nach innen von den Anlagen der radiären Wassergefäße. Bekanntlich haben die Ambulacralstücke bei den erwachsenen Seesternen ganz dieselbe Lagebeziehung zu den Wassergefäßen. So lange die primären Hydrocoelbuchten auf dem Stadium der dreilappigen Form verharren, oder auch dasselbe noch nicht ganz erreicht haben, findet man einer jeden entsprechend auch immer nur ein Paar von ambulacralen Skelettanlagen (vgl. in Fig. 77 die beiden Hydrocoelanlagen Nr. *1* und *5*). Sobald aber die Hydrocoelbucht anfängt fünflappig zu werden, tritt zwischen dem proximalen und dem distalen Paare der Lappen, d. h. der Füßchenanlagen, ein zweites Paar von ambulacralen Skelettanlagen auf. So zeigt sich also in Zeit und Ort des Entstehens von Anfang an dieselbe Beziehung der ambulacralen Skelettstücke zu den Füßchen, welche wir bei den erwachsenen Asterien als ein charakteristisches Verhalten kennen. Füßchenpaare und Paare von ambulacralen Skelettstücken alterniren mit einander; jedem Füßchenpaare entspricht ein Paar von ambulacralen Skelettstücken und zwar immer dasjenige Paar, welches proximal von dem betreffenden Füßchenpaare liegt; zunächst am Munde liegt also in jedem Radius ein Paar von ambulacralen Skelettstücken, dann folgt ein Füßchenpaar u. s. w.

Zu dem Vorstehenden will ich noch hinzufügen, dass wir damit überhaupt zum ersten Male die primäre Anlage der Asterienwirbel kennen gelernt haben; so weit meine Kenntnisse reichen, sind dieselben bisher noch in keinem Falle erkannt worden. Bei den Ophiuren aber treten die Wirbel in ganz ähnlicher Weise auf, wie wir das soeben von Asterina gesehen haben. In Bezug auf die Entstehung der Ophiurenwirbel erlaube ich mir auf meine Mittheilungen zur Entwicklungsgeschichte des Ophiurenskelettes zu verweisen [1].

B. *Entstehung der primären Skelettstücke des dorsalen Perisoms des Seesternes.* Wir wenden uns nunmehr zu einer Besprechung der übrigen Skelettstücke, welche wir bei den Larven des siebenten bis neunten Tages bemerken. Dieselben treten sammt und sonders in demjenigen Theile des Mesoderms auf, welches dicht unter dem Ektoderm liegt, also mit anderen Worten im Mesoderm der Körperwand. Es sind im Ganzen elf Skelettstücke des späteren Seesternes, welche sich schon am siebenten Tage anlegen (vgl. Taf. III). Unter diesen elf Skelettstücken, welche man an aufgehellten Larven bei entsprechender Orientirung alle auf einmal übersehen kann (natürlich bei verschiedenen Einstellungen des Mikroskopes), ist doch eines, welches den übrigen zehn fast immer

[1] Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXVI. p. 181—187. (Morphol. Studien. II. p. 91—97.)

etwas voraus ist in Bezug auf die Zeit seines ersten Auftretens. Es ist das dasjenige, welches in der citirten Abbildung, so wie auch in den Abbildungen späterer Stadien mit *JR s* bezeichnet ist (vgl. auch Fig. 84, 85). Dasselbe besitzt eine höchst bemerkenswerthe Konstanz seiner Lage in Bezug auf den Rückenporus; es liegt nämlich immer und unabänderlich rechts von demselben. Schnitte durch die Gegend, in welcher es sich befindet, zeigen, dass es seiner Lage nach ziemlich genau dem oberen Ende des Mesenteriums entspricht. Aus diesem Skeletstück wird die Madreporenplatte des Seesternes. Der Rückenporus liegt also ursprünglich nicht in der späteren Madreporenplatte, sondern links von derselben. Erst später wird er von dem linken Rande der Madreporenplatte umwachsen und so in dieselbe aufgenommen. Diese Beziehung des Rückenporus zu der jungen Madreporenplatte entspricht einigen eigenthümlichen Verhältnissen bei anderen Echinodermen, auf welche ich neuerdings die Aufmerksamkeit gelenkt habe. Bei Ophiuren[1] konnte ich nämlich feststellen, dass auch dort die Öffnung der Madreporenplatte nicht in der Mitte der letzteren liegt, sondern immer am linken Rande (links bei der Ansicht vom Rücken der Ophiure her). Ferner fand ich, dass auch bei den Pentacrinus-förmigen Jugendstadien der Comatulen der primäre Kelchporus nicht in der Mitte eines Orale liegt, sondern am linken Rande eines solchen[2].

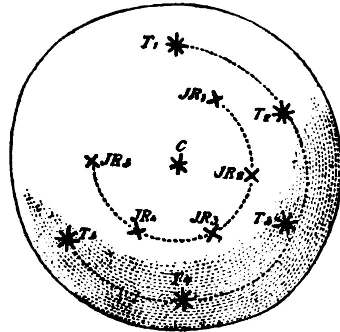
Die zehn übrigen Skelettstücke, die sich am siebenten Tage anlegen, treten nicht alle auf einmal auf; man vermisst anfänglich das eine oder andere, auch zeigen die jungen Anlagen verschieden schnelles Wachsthum; es gelang mir aber nicht bestimmte Gesetzmäßigkeiten in dieser Hinsicht aufzufinden. Sind alle elf uns hier interessirenden Skelettstücke angelegt, so lässt sich leicht erkennen, dass fünf von ihnen in den Mesodermverdickungen entstanden sind, die sich als die uns bereits bekannten fünf antiambulacralen Armanlagen über die Körperoberfläche der Larve erheben. In der Mitte einer jeden derartigen antiambulacralen Armanlage liegt ein kleines ästiges Kalkgebilde. Die spätere Entwicklung liefert den zweifellosen Beweis, dass diese fünf Kalkgebilde nichts Anderes sind als die Anlagen der »Radialia« oder wie ich sie lieber nennen möchte der »Terminalia« der Arme des Seesternes. Entsprechend der Numerirung der antiambulacralen Armanlagen, in denen sie entstehen, bezeichne ich sie in den Abbildungen mit T_1 bis T_5. Die fünf Terminalia liegen in ziemlich gleichen Abständen von einander mit

[1] Neue Beiträge zur Anat. d. Ophiuren. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIV. p. 336. (Morphol. Stud. II. p. 60.)

[2] Über d. primären Steinkanal d. Crinoideen etc. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIV. p. 318. (Morphol. Stud. II. p. 42.)

Ausnahme von Terminale *1* und Terminale *5*, welche einen größeren Abstand haben. Nach innen von dem nach oben nicht geschlossenen Kreise der Terminalia liegen sechs andere Skelettanlagen, von welchen wir eine, nämlich die Anlage der Madreporenplatte, schon kennen. Diese letztere liegt rechts von dem Terminale *5* und links von dem Terminale *1*, jedoch dem ersteren viel näher als dem letzteren. Zwischen Terminale *1* und *2*, ferner zwischen *2* und *3*, *3* und *4*, *4* und *5* finden wir jedes Mal eine junge Skelettplatte; dieselben sind in den Abbildungen mit JR_1, JR_2, JR_3, JR_4 bezeichnet. Es sind das die Anlagen der primären Interradialplatten des Seesternrückens, die bekanntlich aus vergleichend-anatomischen Gründen mit den Genitalplatten am Apex der Echinoideen und meiner Ansicht nach[1] auch mit den Mundschildern der Ophiuren gleichzustellen sind. Zu ihnen gehört auch die junge Madreporenplatte JR_5. Die fünf primären Interradialplatten bilden einen ganz ähnlichen nach oben offenen Kreisbogen, wie ihn die fünf jungen Terminalia bilden; nur ist der Radius des Bogens der Interradialia kleiner als der des Bogens der Terminalia; der Bogen der Interradialia liegt innerhalb des Bogens der Terminalia. Das elfte Skelettstück bildet sich ungefähr in der Mitte der beiden Bogen der Terminalia und Interradialia; es ist die Anlage der Centralplatte des Seesternrückens und in den Abbildungen mit *C* bezeichnet. Ähnlich wie die junge Madreporenplatte JR_5 eine bestimmte Beziehung zum oberen Ende des Mesenterium erkennen lässt, so auch das Centrale; dasselbe entspricht der Stelle, an welcher an der Innenseite der Körperwand das Mesenterium sein unteres Ende besitzt. Zeichnet man in eine schematische Figur die elf primären Skelettstücke ein und nimmt man dabei an, dass man auch hier wieder die Larve in einer Richtung betrachtet, wie sie der Pfeil *a* in Fig. IV auf p. 47 bezeichnet, so erhält man die obenstehende Übersicht. In diesem Schema sind die Terminalia durch achtstrahlige, die Interradialia durch vierstrahlige und das Centrale durch einen sechsstrahligen Stern angedeutet; die fünf Terminalia und die fünf Interradialia sind durch eine punktirte Bogenlinie mit einander verbunden.

Fig. VI.



[1] Neue Beiträge zur Anat. d. Ophiuren. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIV. p. 358. (Morphol. Stud. II. p. 79.)

Nachdem wir so die Entstehung der Ambulacralstücke und der Skelettstücke des Seesternrückens kennen gelernt haben, müssen wir noch einen Augenblick bei einigen allgemeinen Verhältnissen der Skelettbildung verweilen. Wir sehen bei Asterina alle Skelettstücke — auch diejenigen, denen wir erst später begegnen werden — im Mesoderm entstehen. Es fragt sich, ob das eine den Echinodermen gemeinsame Erscheinung ist. Die älteste Angabe über die Gewebsschicht, von welcher die Bildung von Skeletttheilen bei Echinodermen ausgeht, findet sich bei Joh. Müller[1]. Derselbe bemerkt im Anschlusse an die Beobachtungen Krohn's, dass die Ablagerung der Kalkleisten des Larvenskelettes von Echinus microtuberculatus von Zellen ausgeht, welche zwischen der »aus Zellen bestehenden Rindenschicht des Embryo« (d. h. Ektoderm) und der »gleichfalls aus Zellen bestehenden Wand des Verdauungsschlauches« (d. h. Entoderm) gelegen sind. Damit sind offenbar die Zellen des Mesoderms gemeint, wie namentlich auch die Müller'schen Abbildungen bestätigen. »Diese Zellen sind um die Kalkleisten gruppirt« und sind »über die Kalkleisten hinaus verbreitet da, wohin sich die Kalkleisten demnächst vergrößern; man sieht die fernere Ablagerung des Kalkes schon durch die Zellen vorbereitet.« Ganz übereinstimmende Beobachtungen machte Agassiz[2] an den Larven von Strongylocentrotus droebachiensis. Ein ganz besonderes Augenmerk aber richtete Metschnikoff[3] auf die Herkunft der Skeletttheile. Seine Untersuchungen an den Larven von Seeigeln, Holothurien, Ophiuren und Asterien führten ihn zu dem allgemeinen Resultate, dass bei allen Echinodermen die Bildung der Skeletttheile von Zellen des Mesoderms (Metschnikoff's »Cutiszellen«) ausgehe. Mit Bezug auf die Echinoideen ist Selenka[4] zu demselben Ergebnisse gelangt, ebenso Greeff[5] für Asterias rubens und Götte[6] für Antedon rosacea. Demnach scheinen alle Beobachtungen, zu denen nun auch diejenigen an Asterina hinzukommen, übereinzustimmen. Nur von einer Seite aus ist eine gegentheilige Behauptung aufgestellt worden; Selenka[7] hat nämlich behauptet, dass bei Holothurien, speciell bei Cucumaria Planci, »die Kalkplatten der Haut nicht in den »Cutiszellen« Metschnikoff's, sondern im eigentlichen Ektoderm entstehen«. Selenka hat aber diese Behauptung auch auf die

[1] Vierte Abhandlung. 1852. p. 24—25. Taf. VI, Fig. 1, 2.
[2] Revision of the Echini. p. 712, 713.
[3] l. c.
[4] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. p. 46.
[5] Sechste Mittheilung. 1879. p. 52.
[6] Archiv für mikr. Anatomie. 1876. p. 595.
[7] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 169.

anderen Echinodermen auszudehnen versucht, denn er setzt hinzu: »Dasselbe gilt ganz gewiss auch von sehr vielen (vielleicht allen?) Echinodermen. Man vergleiche nur die Figuren von JOH. MÜLLER, METSCHNIKOFF u. A., um die Überzeugung zu gewinnen, dass ein Kalkskelett sich auch an jenen Stellen bilden kann, zu welchen gar keine Mesodermzellen gelangt waren.« Nun stehen aber diese Behauptungen SELENKA's nicht allein im Widerspruch zu der Ansicht aller anderen Forscher, sondern auch zu dem Resultate, zu welchem er selbst einige Jahre später bei Echinoideen gelangt ist. Bei Echinoideen bestätigt er die Auffassung der anderen Forscher; um so auffälliger ist es, dass er bei dieser Gelegenheit seine eigene frühere, allerdings zunächst nur für die Holothurien, aber mit aller Bestimmtheit ausgesprochene, durchaus entgegengesetzte Ansicht gar nicht mehr erwähnt, sondern stillschweigend übergeht. Demnach darf man wohl annehmen, dass SELENKA sich unterdessen selbst von der Unrichtigkeit seiner ersten Ansicht überzeugt hat. SELENKA giebt übrigens auch bei den Holothurien keinerlei näheren Nachweis für die Richtigkeit seiner Behauptung; es wäre doch eine sonst noch von Niemanden gesehene Kalkkörperbildung im Ektoderm eines Echinoderms eines genauen Beweises sehr bedürftig gewesen. SELENKA beruft sich auch auf die Abbildungen von JOH. MÜLLER, METSCHNIKOFF und Anderen, giebt aber leider die betreffenden Abbildungen nicht genau an — ich habe sämmtliche Abbildungen der beiden genannten Forscher darauf angesehen, kann mir aber aus keiner einzigen irgend eine Stütze für die Richtigkeit der SELENKA'schen Behauptung holen. Demnach glaube ich es als sichergestellt betrachten zu dürfen, dass die Skelettheile der Echinodermen überhaupt im Mesoderm die Stätte ihrer Entstehung haben.

In Betreff des histologischen Vorganges bei der Bildung der Skelettheile besitzen wir nur die Angaben von SELENKA[1]. Derselbe betrachtet diesen Vorgang als einen der Cuticularbildung ähnlichen Abscheidungsprocess. Die Mesodermzellen erzeugen »unter Beibehaltung der amöboiden Natur, das Kalkskelett als Cuticularbildung. Man kann deutlich wahrnehmen, wie innerhalb zweier lateral-symmetrisch gelagerter Zellen zuerst ein Kalkkörnchen sich ablagert, wie jedes zu einem regelmäßigen Dreistrahler auswächst, und wie die skeletogene Zelle sich dann auf einen Strahl zurückzieht, um unter steter Ablagerung von Kalksalzen (und organischer Achsensubstanz) an der weiterwachsenden Spitze sich fortzuschieben. Neue Mesodermzellen lagern sich an und bewirken das Wachsthum der anderen beiden Strahlen,

[1] Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. p. 46.

wieder andere erzeugen die Seitenäste.« Die wenigen Beobachtungen, welche ich selbst in Neapel an verschiedenen Echinodermenlarven nach dieser Richtung anstellen konnte — die Asterinalarven sind dafür zu undurchsichtig — bestätigen die Angaben von Selenka.

VI. Rückbildung des Larvenorganes; Bildung des Seesternes; Entstehung des Nervensystems.

Wir haben in dem letzten Kapitel gesehen, dass an der sieben- und achttägigen Larve schon eine ganze Anzahl von Theilen angelegt sind, welche dem aus der Larve entstehenden Seesterne angehören: Die Metamorphose der Larve in den jungen Stern ist durch die ambulacralen und antiambulacralen Armanlagen eingeleitet und wird am neunten und zehnten Entwicklungstage vollendet. Eine bestimmte Grenze zwischen einem besonderen Larvenstadium und einem Stadium der Metamorphose lässt sich bei Asterina überhaupt nicht ziehen. Der Übergang aus der aus der Gastrula entstandenen Larve in den jungen Seestern geht allmählich unter Betheiligung fast sämmtlicher Organe der Larve vor sich. Es giebt nur zwei Organe der Larve, welche sicher nicht in den jungen Seestern herübergenommen werden, nämlich das Larvenorgan und der Munddarm der Larve; auch von dem After der Larve steht fest, dass er nicht direkt zum After des Seesternes wird, indessen scheint sich letzterer doch an derselben Körper- und Darmgegend zu bilden, an welcher ersterer geschwunden ist.

Was zunächst das Larvenorgan betrifft, so beginnt dasselbe schon am neunten Tage in einen Rückbildungsprocess einzutreten, der sich dadurch geltend macht, dass das Gesammtvolumen des Larvenorganes abnimmt. Insbesondere werden die beiden Lappen desselben immer mehr verkürzt unter gleichzeitiger Verengerung des inneren vom Enterocoel gebildeten Hohlraumes. Schließlich, am Ende des zehnten, manchmal aber auch erst am elften Tage, ist statt des vorher so mächtig entwickelten Larvenorgans nur noch ein kurz gestielter kolbenförmiger Fortsatz an dem jungen Thiere vorhanden. Form und Lagerung des reducirten Larvenorganes ist aus Fig. 91 und 94 ersichtlich. In dieser Form ist das rückgebildete Larvenorgan auch noch an den jungen, im Übrigen durchaus fertigen Seesternen vorhanden, wird aber immer rudimentärer bis zum schließlichen vollständigen Schwunde. Sein innerer Hohlraum, der früher, so lange das Hydrocoel sich noch nicht vollständig geschlossen hatte, mit letzterem in Verbindung stand, steht nach dem Verschluss des Hydrocoels nur noch mit dem übrigen Enterocoel in Verbindung. Wir werden darauf bei Besprechung der Art und Weise, wie sich der Ringkanal des Wassergefäßsystemes bildet, näher

eingehen müssen. Hier interessirt uns zunächst mehr das Verhalten des reducirten Larvenorganes in so weit es äußerlich sichtbar wird. Wie die beiden Figuren, die ich vorhin citirte (Fig. 91 und 94), erkennen lassen, liegt der Rest des Larvenorganes schließlich an der Bauchseite des jungen Seesternes und ist mit seinem kurzen Stiele in der Umgebung der später durchbrechenden definitiven Mundöffnung befestigt. Er liegt stets und immer in einem Interradius und es ist dieses ausnahmslos derselbe Interradius, in welchem, wie wir sehen werden, der Schluss des Wassergefäßringes zu Stande kommt. Mit Bezug auf die Lage der Madreporenplatte ist der Interradius, welcher den Larvenrest beherbergt, stets derjenige, welcher, wenn man den Stern von seiner Rückseite betrachtet (vgl. Fig. 94), nach rechts auf den Interradius der Madreporenplatte folgt.

In der reducirten Form, in welcher wir das Larvenorgan bei den jungen Asterinen finden, ist dasselbe auch schon von einer Anzahl anderer Asterien beschrieben worden. Da aber die vorhergehenden Entwicklungsstadien den betreffenden Forschern entweder gar nicht oder nur unzureichend bekannt waren, so ist begreiflich, dass sich eine gewisse Unsicherheit in der Beurtheilung des kolbenförmigen Restes des Larvenorganes geltend macht. So z. B. hat Desor[1] bei Echinaster sp. einen »eigenthümlichen Pedunkel« auf der Mundseite des jungen Sternes beobachtet, der offenbar der Rest eines ganz ähnlichen Larvenorganes war, wie wir dasselbe bei Asterina kennen lernten und wie es Sars ja auch schon früher gerade bei einer Echinasterart, Echinaster (Sarsii) sanguinolentus, und bei Asteracanthion Mülleri bekannt gemacht hat. Desor ist der irrthümlichen Meinung, es habe das von ihm gesehene Gebilde die Bedeutung eines Dottersackes. Ähnliche Stadien, wie die von Desor beobachteten sind auch von Busch[2] in aller Kürze erwähnt worden. Ferner beobachtete auch schon L. Agassiz[3] an einem nach Gattung und Art nicht näher bezeichneten Seesterne, dass die jungen Sterne an der Bauchseite ein stielförmiges Organ besitzen. Das gleiche Gebilde hat dann später W. Thomson auch noch von den Jungen von Asteracanthion violaceus beschrieben und abgebildet[4]; nach ihm soll auch bei dem jungen Sterne eine Kommunikation zwischen dem Hohlraum des Larvenorganes und dem nunmehr ringförmig geschlossenen Wassergefäßringe bestehen; das ist bei Asterina sicher niemals der

[1] Müller's Archiv. 1849. p. 79—83.
[2] W. Busch, Beobachtungen über Anatomie u. Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851. p. 77—80. Taf. XII.
[3] Müller's Archiv. 1851. p. 122.
[4] Natur. Hist. Review. 1863. p. 11. Fig. B.

Fall und scheint mir nach der die innere Anatomie nur sehr flüchtig behandelnden Darstellung von W. THOMSON auch bei Asteracanthion violaceus mindestens sehr zweifelhaft. Schließlich habe ich hier noch einer Beobachtung zu gedenken, welche PHILIPPI[1] gelegentlich der Beschreibung einiger neuen Seesterne aus Chile mitgetheilt hat. Bei Asteracanthion varium fand er eine ähnliche Brutpflege wie sie bei Echinaster vorkommt. Das Thier hatte »den Rücken der Scheibe fast beutelförmig in die Höhe gehoben, den Ursprung der Arme genähert und auf diese Weise einen Brutsack gebildet. Die Jungen hatten die Gestalt eines Fünfeckes. Es ist noch kein Mund, keine Furche für die Füßchen, kein Füßchen, kein Stachel zu sehen und vom Centrum der Unterseite (Mundseite) entspringt ein langer Strang, der das junge Thier an das Mutterthier befestigt«. Ich zweifle nicht, dass wir in diesem Strange ein dem Larvenorgan der Asterina entsprechendes Gebilde vor uns haben. Ich kann mich demnach PHILIPPI nicht anschließen, wenn er weiter dem Strange die Bedeutung eines »Nabelstranges, durch den das junge Thier wahrscheinlich seine Nahrung von der Mutter erhält« zuspricht; ich bin vielmehr der Ansicht, dass wir es hier ebenso wie in all' den aufgezählten Fällen lediglich mit einem Bewegungs- und Haftorgan der Larven zu thun haben, welches beim Übergang der Larve in den Seestern früher oder später funktionslos wird und dann der Reduktion und schließlichem Schwunde anheimfällt.

Das andere Organ der Larve, welches bei Asterina ebenfalls mit Bestimmtheit nicht in den jungen Seestern aufgenommen wird, ist der Munddarm der Larve. Wir haben schon bei den Larven des siebenten Tages gesehen, dass mitunter der Munddarm die Verbindung mit dem Magen aufgegeben hat und sich zu einem dem Larvenmunde nach innen aufsitzenden blindgeschlossenen Rudimente umgebildet hat. Das Gleiche findet in der Regel am neunten und zehnten, manchmal auch erst am elften Tage bei allen Larven statt. Da aber die neue Mundöffnung, die Mundöffnung des Seesternes, jetzt noch nicht nach außen durchbricht, so besitzt die Larve in diesem Entwicklungszustande keinerlei Öffnungen für den Verkehr des Darmes mit der Außenwelt. Der aus dem Gastrulamunde entstandene Larvenafter ist schon früher obliterirt und wenn auch das dem Larvenmunde zunächst liegende Stück des Larvenmunddarmes, so wie auch die Larvenmundöffnung oft noch am zehnten Tage vorhanden ist, so besitzt doch der Magen keinen Zusammenhang mehr mit dem Reste des sich rückbildenden Larvenschlundes. Eine Nahrungsaufnahme kann also

[1] R. A. PHILIPPI, Neue Seesterne aus Chile. Arch. f. Naturgesch. 1870. p. 273. Taf. III, Fig. c.

auch in diesem Stadium nicht stattfinden. Ähnlich wie also beim Schmetterlinge während des Puppenstadiums die Nahrungsaufnahme sistirt, so auch beim Seesterne in dem Stadium, welches der Vollendung des jungen Sternes unmittelbar voraufgeht.

Der Mund des Seesternes bildet sich in der Weise, dass die Ausbuchtung, welche wir schon in den früheren Stadien links am oberen Theile des Magens auftreten sahen, die Körperwand erreicht und schließlich nach außen durchbricht. METSCHNIKOFF [1] hat ähnliche Verhältnisse bei der von ihm untersuchten Bipinnaria, jedoch nur sehr unvollständig beobachtet und ist der Meinung, dass die Bildung des definitiven Mundes eine Durchbrechung des Hydrocoels bedinge. Er glaubt nämlich sich überzeugt zu haben, dass bei seiner Bipinnaria das Hydrocoel von Anfang an keine bogenförmige Gestalt hat, welche später erst sich zu einem Ringe schließt, sondern dass dasselbe hier die Form einer Rosette habe, welche in ihrer Mitte von dem sich neubildenden Schlunde des Seesternes durchbrochen werde. Der Wassergefäßring des Seesternes bildet sich nach METSCHNIKOFF nicht so, wie er es selbst bei Holothurien und Ophiuren konstatirte, durch Umwachsung des Schlundes seitens einer anfänglich bogenförmigen und erst später ringförmigen Wassergefäßanlage, sondern durch eine centrale Durchbrechung einer rosettenförmigen Wassergefäßanlage durch den neuen Schlund. Ich habe diesem Punkte bei Asterina mein ganz besonderes Augenmerk zugewendet und konnte mit aller Sicherheit verfolgen, wie hier im Gegensatze zu METSCHNIKOFF's Ansicht keine Durchbrechung des Hydrocoels durch den entstehenden Seesternschlund stattfindet, sondern eine Umwachsung des letzteren von Seiten des anfänglich bogenförmigen Hydrocoels. METSCHNIKOFF's Auffassung ist zwar mit großer Bestimmtheit von ihm ausgesprochen worden, doch wird sie schon abgeschwächt durch den Umstand, den er selbst anführt, dass er nämlich »die Neubildung des Schlundes nicht direkt beobachten konnte«; er ist also zu seiner Auffassung nur auf indirektem Wege gelangt, wobei die Möglichkeit eines Irrthumes eine relativ große ist. Auch bin ich nicht der Einzige, welcher sich genöthigt sieht, betreffs der Bildung des Wassergefäßringes der Seesterne auf Grund eigener Beobachtungen anderer Ansicht zu sein als METSCHNIKOFF. So beobachtete SARS [2], — METSCHNIKOFF scheint von dieser Beobachtung keine Kenntnis gehabt zu haben — dass bei einer neuen Brachiolaria, die er 1862 bei Christiansund auffischte, die fünflappige Hydrocoelanlage nicht (wie es nach METSCHNIKOFF sein müsste) von Anfang an einen geschlossenen Kreis darstellt, sondern einen

[1] l. c. p. 37—38.

[2] M. SARS, Nyt. Magaz. f. Naturvidensk. Bd. XII. 1863. p. 384, 385—386.

Kreis, der an einer Stelle offen ist. Ganz übereinstimmend damit sind die Angaben, welche neuerdings GÖTTE[1] gleichfalls mit Bezug auf eine Brachiolaria gemacht hat. Demnach glaube ich zu der Annahme berechtigt zu sein, dass ebenso wie ich es bei Asterina genau verfolgen konnte, so auch bei den übrigen Seesternen der sich bildende definitive Schlund von dem sich bildenden Wassergefäßringe umwachsen wird.

Bevor aber noch diese Umwachsung bei Asterina zu Stande kommt, hat sich das Hydrocoel vollständig von dem Enterocoel abgeschnürt. Allerdings hat sich schon früher die Hydrocoelbucht Nr. 1 nach vorn vor den Larvenschlund gelegt und reicht mit ihrem blinden Ende hinüber auf die rechte Seite des Larvenkörpers (vgl. Fig. 73, 74 und 60); weiter aber ist die Umwachsung nicht vorgeschritten. Die Abschnürung des Hydrocoels vom Enterocoel geschieht nun in der Weise, dass sich an der bisherigen Übergangsstelle des Hydrocoels in das Enterocoel des Larvenorganes eine Scheidewand erhebt, welche ihren Ausgangspunkt an derjenigen Wand des Hydrocoels nimmt, welche dem Darme und dem Körperinneren, oder einfacher der früheren Medianebene der Larve, zugekehrt ist. Diese Scheidewand springt allmählich immer mehr in der Richtung nach der der Körperwand anliegenden Hydrocoelwand vor um diese endlich zu erreichen und so schließlich das Hydrocoel vollständig von dem Enterocoel abzuschnüren. In einem Schnitt, der parallel mit der Hydrocoelanlage dicht unter der Haut die Larve schneidet, wird man also in einem mittleren Stadium der Hydrocoelabschnürung noch eine Kommunikation zwischen Hydrocoel und Enterocoel auffinden, während ein etwas tieferer Schnitt die abschnürende Wandung getroffen hat und demnach Hydrocoel und Enterocoel ganz von einander abgeschlossen zeigt (vgl. Fig. 76, 77, 78). Figur 76 zeigt bei stärkerer Vergrößerung recht deutlich den Verlauf der abschnürenden Wand. Dieselbe umgreift von hinten, unten und vorn die zum Seesternschlunde werdende Darmausbuchtung, jedoch so, dass zwischen ihr und der letzteren noch ein Zwischenraum übrig bleibt, der mit dem Enterocoel in Zusammenhang bleibt. Dieser Raum, den wir mit Bezug auf den später auftretenden Mund des Seesternes das orale Enterocoel nennen wollen, umgreift aber nicht nur anfänglich den sich bildenden Seesternschlund, sondern überdeckt auch dessen nach der Körperwand der Larve gerichtete Oberfläche. Der Seesternschlund wächst also in das orale Enterocoel hinein und erst dann, wenn der junge Schlund die gegenüber liegende Körperwand erreicht hat und sich mit derselben verbindet, erst dann hat das orale Enterocoel eine ringförmige Gestalt. Es verhält sich also das orale Enterocoel zum sich entwickelnden Seesternschlunde

[1] Archiv f. mikr. Anat. 1876. Taf XXVI, Fig. 22.

genau, so wie sich nach METSCHNIKOFF bei Bipinnaria das Hydrocoel verhalten soll.

Die Verbindung des Larvenschlundes mit der Körperwand erfolgt bei Asterina erst am elften oder zwölften Tage; der Durchbruch des Seesternmundes aber noch später, am dreizehnten oder vierzehnten Tage. Die Schließung der Wassergefäßanlage zu einem den Seesternschlund rings umgebenden Ringe kommt am elften und zwölften Tage zu Stande. Unmittelbar vor dem Schlusse des Ringes hat die Wassergefäßanlage die in Fig. 95 gezeichnete Gestalt. Die Anlagen des ersten und fünften radiären Wassergefäßes haben sich einander genähert und an ihrer Basis bildet die Anlage des Wassergefäßringes zwei einander entgegenwachsende, jetzt noch blindgeschlossene Buchten, welche sich in den nächsten Stunden verbinden und ihre Lumina mit einander vereinigen. Diese Schlussstelle des Wassergefäßringes liegt immer in demselben Interradius, in welchem sich der Rest des Larvenorganes befindet und verhält sich zu dem Stiel des letzteren so, dass sie denselben umgreift; der Stiel des Larvenorgans kommt also nach innen von dem durch das Wassergefäß gebildeten Ringe zu liegen und verdeckt, bei der Ansicht von der Mundseite des Seesternes, die Schlussstelle des Wassergefäßringes.

In diesem Stadium hat sich auch eine andere wichtige Veränderung an dem Wassergefäßsystem vollzogen. Wir haben früher gesehen, dass der Rückenporus und der junge Steinkanal anfänglich nicht in direkter und geschlossener Verbindung mit einander stehen, sondern dicht neben einander in das Enterocoel münden. Jetzt aber vereinigen sich die inneren Mündungen des Steinkanals und des Rückenporus, so dass nunmehr das durch den Rückenporus aufgenommene Wasser nur noch allein in den Steinkanal und weiter in die übrigen Theile des Wassergefäßsystemes gelangen kann (vgl. Fig. 84 und 88). Es hat dann das Wassergefäßsystem das Stadium völliger Abgeschlossenheit von dem Enterocoel erreicht, wie ich es früher für die erwachsenen Asterien überhaupt feststellen konnte[1].

An derjenigen Stelle, an welcher sich die inneren Öffnungen des Steinkanals und des Rückenporus verbinden, finde ich bei den Asterinalarven eine kleine Ausbuchtung, in welcher ich die erste Andeutung der Ampulle zu erkennen glaube, welche GREEFF[2] und ich[3] an der Innenseite der Madreporenplatte der Seesterne beschrieben haben.

Von großem Interesse sind die Umbildungen, welche der Darm während der Metamorphose erleidet. Dieselben be-

[1] Vgl. Beiträge z. Anat. d. Asteriden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX. p. 108 sqq. (Morphol. Stud. I. p. 154 sqq.)

[2] Dritte Mittheilung. p. 100. [3] l. c. p. 159 sqq.

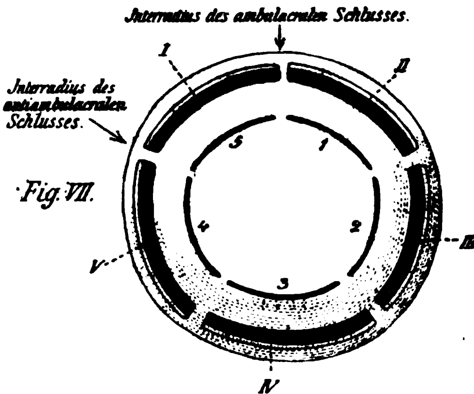
ginnen mit einer eigenthümlichen Verkrümmung des schon in den früheren Larvenstadien in die rechte Körperhälfte der Larve hinübergedrängten Magens. Dieselben sind schwer zu beschreiben, auch nicht so regelmäßig, dass sie sich schematisch leicht wiedergeben ließen. Ich muss desshalb auf die Abbildungen verweisen, namentlich auf die Fig. 74 und 75. Hand in Hand mit dieser Verkrümmung geht die Bildung von fünf Buchten des Darmes und schließlich wird so der Darm in einen fünfbuchtigen Sack umgeformt, der in einer Fläche ausgebreitet ist, welche parallel der antiambulacralen Oberfläche des jungen Seesternes liegt. Blickt man also auf die letztere, so erhält man bei durchsichtig gemachten Larven (vgl. Fig. 84) einen Überblick über die fünf Darmbuchten und erkennt sofort, dass jede primäre Darmbucht sich der Mittellinie einer Armanlage zuwendet, also mit Bezug auf die Körperregionen des Seesternes radiär gestellt ist. So unregelmäßig auch mitunter die Verkrümmungsstadien des Darmes aussehen, immer ist das Resultat das Gleiche: die Bildung eines mit fünf radiär gestellten Buchten versehenen Darmsackes. Dabei verschiebt sich der Darm auch mit Bezug auf den sich entwickelnden Seesternschlund. Letzterer, der bei seinem ersten Auftreten oben links am Magen der Larve entstand, kommt schließlich in die Mitte des fünfbuchtig gewordenen Darmes zu liegen. In Bezug auf die linke und rechte Seite des Larvendarmes in den Stadien des vierten und fünften Entwicklungstages konnte ich durch eine nur sehr schwierig anzustellende Beobachtungsreihe feststellen, dass die beiden radiären Darmbuchten, welche unter die antiambulacralen Armanlagen Nr. *1* und *5* zu liegen kommen, der ursprünglich rechten Seite des Larvendarmes, die drei anderen Darmbuchten aber, welche unter die antiambulacralen Armanlagen Nr. *2*, *3* und *4* gerathen, der ursprünglich linken Seite des Larvenmagens entsprechen.

Diejenige Stelle des Larvendarmes, welche früher mit der Afteröffnung der Larve nach außen führte, gelangt auf diese Weise in eine Region, welche zwischen den Darmbuchten Nr. *1* und *5* einerseits und Nr. *2*, *3* und *4* andererseits liegt; gleichzeitig bleibt sie rechts neben dem unteren Ende des Mesenteriums und gelangt so schließlich an die rechte Seite des sich dort entwickelnden centralen Skeletstückes des Seesternrückens. Genau an derselben Stelle, in dem Interradius, welcher zwischen der antiambulacralen Armanlage Nr. *1* und *2* liegt, bildet sich der dauernde After des jungen Seesternes, wie wir später sehen werden.

Während alle die im Vorstehenden geschilderten Vorgänge am Wassergefäßsystem und Darm sich abspielen, hat sich auch die äußere

Körperform der Larve zu derjenigen des jungen Seesternes umgeformt. Wir haben die äußere Körperform unserer Larven auf dem Stadium des achten Tages verlassen. Die weitere Entwicklung am neunten und zehnten Tage besteht nun einmal in der uns schon bekannt gewordenen Rückbildung des Larvenorganes, dann aber auch darin, dass die beiden Bogen der fünf ambulacralen und der fünf antiambulacralen Armanlagen ihren Abstand immer mehr verkürzen (vgl. Fig. 79—81), bis schließlich das distale Ende einer jeden ambulacralen Armanlage mit dem distalen Ende einer antiambulacralen Anlage in Berührung kommt. Entsprechend der unterdessen stattgefundenen Weiterentwicklung des gesammten Hydrocoels ragen jetzt auch alle Füßchen- und Fühleranlagen in Gestalt kugeliger Wärzchen über die Körperoberfläche empor (vgl. Fig. 79—81 sowie auch Fig. 91). Durch die Berührung einer jeden ambulacralen Armanlage mit einer antiambulacralen erhalten wir die Anlagen für die fünf Arme des Seesternes. Die Metamorphose der Asterina lehrt uns also, dass die antiambulacrale und die ambulacrale Region eines Seesternarmes sich getrennt von einander anlegen und erst später mit einander in enge Verbindung treten. Diese primäre gegenseitige Unabhängigkeit der ambulacralen und der antiambulacralen Region eines Seesternarmes findet einen noch viel schärferen, geradezu überraschenden Ausdruck in einem anderen Verhältnisse. Wir haben die ambulacralen und antiambulacralen Armanlagen von ihrem ersten Auftreten an so bezeichnet, dass wir die zumeist nach vorn und neben dem Munde der Larve gelegene Anlage mit Nr. *1* (*I*) bezeichneten. Wir sahen, dass jede der beiden Gruppen von Armanlagen einen nach oben offenen Bogen bildet, dessen Öffnung bei der von uns gewählten Numerirung zwischen Nr. *1* (*I*) und Nr. *5* (*V*) zu liegen kommt. Bei der Bildung des jungen Seesternes schließen sich nun beide Bogen und man sollte erwarten, dass die Verschlussstellen beider Bogen über einander zu liegen kommen, dass also auch die gleichnumerirten antiambulacralen und ambulacralen Anlagen über einander liegen, z. B. Nr. *I* über Nr. *1*, Nr. *V* über Nr. *5* u. s. w. Das ist nun aber merkwürdigerweise nicht der Fall. Schon bei dem Stadium des achten Tages (vgl. p. 157) habe ich an der dort gezeichneten schematischen Figur V darauf aufmerksam gemacht, dass eine Verschiebung der beiden Bogen der Armanlagen eintritt, in Folge deren die gleichnumerirten Anlagen nicht mehr genau über einander liegen; auch die Öffnungen der beiden Bogen liegen nicht genau über einander. Der Verschluss beider Bogen geschieht nun so, dass sich die Enden beider Bogen in entgegengesetztem Sinne über einander schieben, wie ich das in der schematischen Figur V p. 157 durch die beiden Pfeile anzudeuten

versucht habe. Der Bogen der antiambulacralen Armanlagen schließt sich also in der Weise, dass die Anlage Nr. *I* sich immer mehr bis zur schließlichen Berührung der Anlage Nr. *V* nähert; der Bogen der ambulacralen Armanlagen aber gelangt dadurch zum Schlusse, dass Nr. *5* immer weiter nach Nr. *1* hinüber rückt. Das Resultat des ganzen Vorganges habe ich in nebenstehendes Schema eingetragen, wozu ich auch Fig. 94 zu vergleichen bitte. Die beiden Verschlussstellen sind in dem Schema, welches sich in allem Übrigen an dasjenige auf p. 157 anschließt, mit einem ↓ bezeichnet. Man sieht, dass die Verschiebung beider Bogen gegen einander genau einen Radius des Seesternes beträgt, dass demnach die ambulacrale Armanlage Nr. *1* sich mit der antiambulacralen Anlage Nr. *II* verbindet, Nr. *2* mit Nr. *III*, Nr. *3* mit Nr. *IV*, Nr. *4* mit Nr. *V* und Nr. *5* mit Nr. *I*. Die beiden Interradien, in welchen sich der Schluss der beiden Bogen der Armanlagen vollzieht, können wir passend als den Interradius des ambulacralen und den Interradius des antiambulacralen Schlusses bezeichnen.



Wie aus den früher betrachteten Entwicklungsvorgängen, welche Darm und Wassergefäßsystem durchlaufen, ohne Weiteres klar sein wird, ist der Interradius des ambulacralen Schlusses derselbe, in welchem der Schluss der bogenförmigen Wassergefäßanlage zu einem den Schlund umgreifenden Ringe stattfindet, ferner liegt in diesem Interradius, wie ich schon früher erwähnte, der Rest des Larvenorganes, so wie auch diejenige Stelle des Darmes, welche später als After des Seesternes sich nach außen öffnet. Der Interradius des antiambulacralen Verschlusses aber ist identisch mit demjenigen Interradius, in welchen der Steinkanal, der Rückenporus mit der Madreporenplatte, so wie auch das Centralblutgeflecht hineinfallen. Alle diese Lagebeziehungen kann man sich in einer schematischen Figur, etwa wie die nachstehende Fig. VIII, übersichtlich zur Anschauung bringen, wobei man sich das Thier durchsichtig und in der Rückenansicht denken möge.

So hätten wir denn den jungen Seestern in allen seinen Beziehungen

zur Larve, aus welcher er durch allmähliche Umbildung entsteht, kennen gelernt. Man könnte nun die Frage aufwerfen, ob denn nicht am jungen Seesterne irgend eine Symmetrieebene aufzufinden sei, welche der Medianebene der Larve entspreche, gewissermaßen deren Fortsetzung sei? Die Entwicklung zeigt aber, dass keine derartige Ebene am Seestern vorhanden ist und vorhanden sein kann. Man muss ein für allemal darauf verzichten eine entwicklungsgeschichtlich begründbare Symmetrieebene in den Seestern hineinzulegen. Es ist für den Seestern, und wie wir gleich hinzufügen können, für die Echinodermen überhaupt, gerade das Asymmetrische ein charakteristischer Grundzug des ganzen

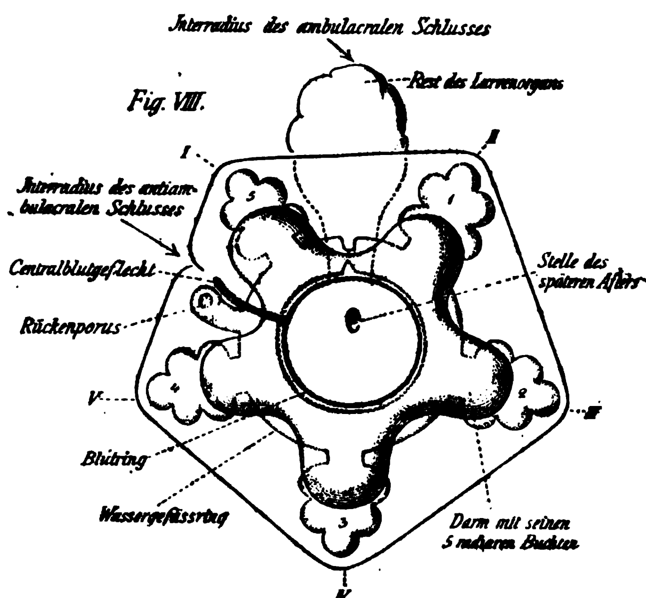


Fig. VIII.

Baues. Die Asymmetrie ist aber darum keine regellose, sondern sie ist ebenso bestimmten Gesetzmäßigkeiten unterworfen, wie die Symmetrie im Aufbaue anderer Thiere. Wenn wir nun aber auch die Medianebene der Larve nicht mehr im Seesterne wiederfinden, so können wir natürlich auch das rechts und links der Larve in den Regionen des Seesternes nicht mehr festhalten. Es ist einfach unmöglich irgend eine Ebene — ich bemerke, dass ich nur von geraden, nicht von gekrümmten Ebenen spreche — in den Seestern zu legen, welche nach der einen Seite nur Theile liegen lässt, die ursprünglich der linken Körperhälfte der Larve, und auf der anderen Seite Theile, die ursprünglich der rechten Körperhälfte der Larve angehörten.

Wohl aber giebt uns die Entwicklung der Asterina die Möglichkeit auch noch am ausgebildeten Seesterne eine bestimmte Region zu bezeichnen, welche bei der Larve oben war; es ist das derjenige Interradius, welcher den Rest des Larvenorganes beherbergt — aber auch von diesem Interradius lehrt uns die Metamorphose, dass wir ihn nicht in toto als eine Fortsetzung der oberen Region der Larve betrachten können, sondern dass das nur in so weit von ihm gilt als er der Mundseite des Seesternes angehört; in so fern er aber der Rückenseite des Seesternes angehört, lag er an der Larve nicht oben, sondern vorn und rechts. In demselben Interradius entwickelt sich aber auch der After des Seesternes und zwar höchst wahrscheinlich genau an derselben Stelle, an welcher auch der After der Larve lag. Der After der Larve lag aber ursprünglich vorn unten. So finden wir also in derselben Region des Seesternes, nämlich in dem Interradius des Larvenorganes, Theile, von denen der eine ursprünglich oben, der andere vorn rechts, der dritte vorn unten lag.

Es ist bekanntlich öfters darüber gestritten worden, ob man einen bestimmten Radius oder Interradius der Seesterne als den vorderen bezeichnen könne. In Bezug auf die Lokomotion giebt es bekanntlich kein vorn und hinten bei einem Seestern. Es kann sich hier nur darum handeln, ob sich aus morphologischen Gründen eine bestimmte Region des Seesternes als die »vordere« erweisen lasse, so dass man für die systematische Beschreibung der Seesterne und auch für die Vergleichung derselben mit anderen Echinodermen wenigstens den Vortheil einer im Baue der Thiere begründeten Orientirung derselben gewonnen hätte. Mir scheint nun die Entwicklung der Asterina zu zeigen, dass, wenn überhaupt bei dem fertigen Seesterne ein Radius oder Interradius als der vordere zu bezeichnen ist, dies dann einzig und allein der Interradius sein kann, in welchem sich der Rest des Larvenorgans befindet und der zugleich der Interradius des Afters und des ambulacralen Verschlusses ist. Demnach schlage ich vor, die Asterien in Zukunft so aufzustellen, dass dieser Interradius nach vorn gerichtet ist. Derselbe ist am ausgebildeten Seesterne stets leicht aufzufinden. Denn, wenn auch keine Spur des Larvenorganes mehr vorhanden ist, so ist er doch durch die Lage des Afters gekennzeichnet. Und fehlt auch der After oder ist er schwer aufzufinden, so kann der vordere Interradius immer noch durch sein konstantes Lageverhältnis zum Interradius der Madreporenplatte gefunden werden; er folgt stets als erster Interradius nach rechts auf den Interradius der Madreporenplatte, wenn man den Seestern vom Rücken betrachtet. Wenn also nach der hier von mir auf

Grund der Metamorphose der Asterina vorgeschlagenen Orientirungsweise der Seesterne ein einzelner Seestern richtig aufgestellt ist, so ist er mit einem Radius genau nach hinten, mit einem Interradius genau nach vorn gerichtet und die Madreporenplatte liegt im vorderen linken Interradius. In untenstehendem Schema habe ich einen Seestern in der vorgeschlagenen Orientirung gezeichnet.

Fig. IX.

Kehren wir aber zu unserer Asterina zurück, so haben wir noch ein Organsystem zu berücksichtigen, von welchem wir bislang noch gar nicht gesprochen haben, das sich aber schon während der letzten Stadien der Metamorphose anlegt und demnach noch an dieser Stelle zu besprechen ist; es ist das *Nervensystem*. Schon in den letzten Stadien der Metamorphose, sobald sich der Wassergefäßring schließt, bemerkt man auf vertikalen Schnitten durch den jungen Seestern, dass das Körperepithel über dem Wassergefäßringe sich verdickt und dass diese Verdickung dadurch zu Stande kommt, dass die Cylinderzellen des Epithels noch länger werden als sie vorhin schon waren und dass zu gleicher Zeit Zellen, die in der Tiefe des Epithels liegen und wahrscheinlich durch Theilung aus den cylindrischen Epithelzellen entstanden sind, sich lang spindelförmig ausziehen und sich mit ihrer Längsachse parallel zur Oberfläche der Haut lagern. In diesen Spindelzellen glaube ich die ersten Anfänge des Nervensystems zu erkennen. Bei jungen Seesternen, etwa acht Tage nach der Metamorphose, findet man an der Stelle der Spindelzellen die feinfaserige mit eingelagerten Kernen versehene Nervensubstanz, wie ich[1] sie früher von den ausgebildeten Seesternen beschrieben habe. *Das Nervensystem der Seesterne legt sich also, wie Asterina zeigt, ursprünglich an in Gestalt eines die Stelle der späteren Mundöffnung umkreisenden epithelialen Ringwulstes.* Damit stehen die

[1] Beiträge zur Anatomie d. Asteriden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX. p. 132 sqq (Morphol. Stud. Bd. I. p. 188 sqq.)

ganz fragmentarischen Notizen[1], welche wir bis jetzt in der Litteratur über die Entstehung des Nervensystemes der Echinodermen überhaupt besitzen, im Einklange.

Um das Kapitel über die Metamorphose der Larve in den Seestern zu beendigen, möchte ich mir noch einige kritische Bemerkungen gegen Barrois' Angaben gestatten. Nach ihm geht die Larve dadurch in den Seestern über, dass sich ihr Körper von vorn nach hinten abplattet[2]. Die Unrichtigkeit dieser Behauptung ist aus meinen oben mitgetheilten Beobachtungen und den beigefügten Abbildungen ersichtlich. — An der Bildung des antiambulacralen Theiles der Arme betheiligt sich nicht, wie es nach einer knappen Angabe von Barrois[3] scheinen könnte, nur das Ektoderm, sondern auch und zwar in ganz hervorragender Weise als skelettgebende Schicht das Mesoderm. Ebenso ist das Mesoderm auch bei dem Aufbau der ambulacralen Armanlagen betheiligt, während Barrois die letzteren nur aus Ektoderm und Entoderm entstehen lässt. — Die Verschlussstelle des Bogens der antiambulacralen Armanlagen ist von Barrois nicht ganz unbeachtet gelassen worden, er giebt aber ihre Lagebeziehung zur Verschlussstelle des Wassergefäßringes falsch an und hat überhaupt die höchst eigenthümliche Verschiebung der beiden Bogen der ambulacralen und antiambulacralen Armanlagen nicht erkannt. Er meint die antiambulacrale Schlussstelle, wenn er sagt[4]: »La jeune étoile porte souvent une profonde échancrure; cela ne répond pas du tout à une torsion, mais correspond simplement à un étranglement général produit par la fermeture du collier du système aquifère; l'on ne doit donc pas ajouter grande importance à ce caractère.«

VII. Weitere Entwicklung des jungen Seesternes.

Es verlohnt sich den nunmehr fertig gebildeten Seestern noch eine Zeit lang zu verfolgen, um die Grundzüge in der weiteren Entwicklung desselben festzustellen. Ich will dabei die einzelnen Organsysteme der Reihe nach vornehmen und zu zeigen versuchen, welche hauptsächlichen Veränderungen an ihnen in den ersten Wochen des Seesternlebens auftreten, und beginne mit dem Skelette.

[1] Vgl. Metschnikoff's unbestimmte Angabe über das sich entwickelnde Nervensystem eines aus einer Bipinnaria sich entwickelnden Seesternes, l. c. p. 88, so wie desselben Forschers nicht minder unbestimmte Angaben über die Entwicklung des Nervenringes der Holothurien, ibidem p. 8, 12.

[2] Barrois, l. c. p. 8: »l'aplatissement du corps embryonnaire se fait constamment d'avant en arrière«.

[3] l. c. p. 4.

[4] l. c. p. 4; vgl. auch Barrois' Abbildung Pl. I, Fig. 12.

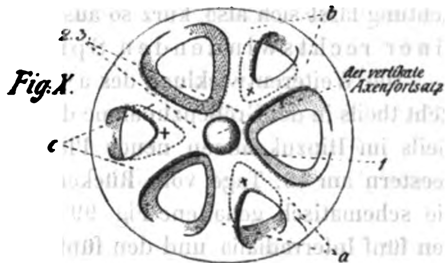
1) Das Skelett. Am Schlusse der Metamorphose besteht das Skelett erstens aus den zweimal fünf Paaren von Wirbelstückanlagen, zweitens aus den elf Skelettanlagen des Rückens, nämlich dem Centrale, den fünf Interradialia und den fünf Terminalia. Noch bevor zu diesen Skelettstücken weitere Anlagen von Wirbelstücken oder dorsalen Skelettplatten hinzutreten, beginnt die erste Entstehung der Stachel. Dieselbe reicht sogar zurück bis in die letzten Stadien der Metamorphose. Die ersten Stachelanlagen treten in paariger Anordnung in den antiambulacralen Armanlagen auf; in jeder der beiden Spitzen, in welche sich am zehnten Tage eine jede antiambulacrale Armanlage an ihrem peripherischen Rande auszieht (vgl. Fig. 94), entsteht ein junger Stachel. Die Zahl der Stachel vermehrt sich aber bald und so finden wir schon am 16. Tage (vgl. Fig. 99) über einem jeden nun bedeutend gewachsenen Terminale nicht weniger als sechs junge Stachel in paariger Anordnung; dieselben sind in der eben angeführten, schematisch gehaltenen Figur, entsprechend der Form ihrer ersten Anlage als kleine Kreise eingezeichnet. Unterdessen haben sich aber auch über dem Centrale und über den Interradialia, wie dieselbe Figur zeigt, Stachelanlagen entwickelt. Über dem Centrale zählen wir deren fünf, über jedem der Interradialia mit Ausnahme desjenigen, welches Madreporenplatte ist, zwei und über der Madreporenplatte vier. Diese Zahlen stellen aber keine konstanten Verhältnisse dar. Konstant ist nur die paarige Anordnung über den Terminalia und die größere Anzahl der Stachel über der Madreporenplatte als über den vier anderen Interradialien.

Wenn wir nun aber die Entwicklung der Stachel etwas näher ins Auge fassen, so bemerken wir zunächst, dass auch sie gleich den schon vorhandenen Skelettstücken im Mesoderm entstehen, jedoch in einer oberflächlicheren Schicht des Mesoderms, so dass sie also niemals auf gleichem Niveau oder gar tiefer als die dorsalen Skelettplatten auftreten, sondern stets über den letzteren. Als allererste Anlage eines Stachels findet man einen winzigen dreistrahligen Kalkkörper, der durch Theilung seiner drei Strahlen sehr bald sechsstrahlig wird. Alsdann bildet jeder Strahl des kleinen sechsstrahligen Sternes an seinem freien Ende einen linken und einen rechten Fortsatz, mit welchem er seinem Nachbarn entgegenwächst. Im nächsten Stadium erreichen sich die Fortsätze, verschmelzen mit einander und bilden so aus dem sechsstrahligen Sterne ein sechsspeichiges Rädchen (vgl. Fig. 100). Dieses sechsspeichige Rädchen ist die Basalplatte des künftigen Stachels. Dasselbe erinnert lebhaft an die Basalplatte der sog. »Stühlchen« in der Haut der Holothurien und an die Rädchen der Chirodoten. Von den letzteren wissen wir, dass sie in der äußeren Cutisschicht entstehen und, wie ich

auch selbst[1] neuerdings nachweisen konnte, sich auf ganz übereinstimmende Weise entwickeln, wie die Basalplatten der jungen Seesternstachel. Es scheint mir demnach keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Chirodotarädchen den Basalplatten der Seesternstachel gleichzusetzen sind, gewissermaßen rudimentäre Stachel darstellen, bei denen sich die ganze Ausbildung auf die Entwicklung einer Basalplatte reducirt hat. Interessant ist, dass auch die Stachel der Echinoideen sich über einer sechsstrahligen Basis aufbauen. Ich habe zwar selbst noch keine Gelegenheit gefunden darüber eingehendere Beobachtungen anzustellen, glaube aber in der nachfolgenden Mittheilung von Joh. Müller Beweis genug dafür zu haben. Derselbe äußert sich über die jungen Stachel der Echinoideen[2]: »Das Kalkgerüst der jungen Stachel stellt ein sechskantiges Prisma dar, welches aus regelmäßig gefenstertem Gitterwerk von Kalk besteht, das am Ende in einige winzige Zacken ausläuft. In der Dicke des Stachels ist die Anordnung des Balkennetzes radial, so dass das Ende des Stachels, vertikal angesehen, einen sechsarmigen Stern darstellt. Ehe das Gerüst des Stachels so weit ausgebildet ist, hat es bei seiner ersten Erscheinung ganz die Gestalt eines Kandelabers. Die Basis des Stachelgerüstes ist nämlich ein Stern von sechs Strahlen, aus dessen Mitte sich ein einfacher Balken erhebt, der sich sogleich in einige sich wieder vereinigende Balken theilt. Hierdurch wird ein Knopf gebildet, der einige Zacken nach außen ausschickt. Aus dem Knopfe erhebt sich die Fortsetzung in der Längsrichtung wieder, indem von hier sechs lange Arme ausfahren, welche parallel in die Höhe steigen und nach außen Zacken abwerfen.« Wir werden gleich sehen, dass die jungen Seesternstachel auch in ihrer weiteren Entwicklung in Manchem an das erinnern, was Joh. Müller hier von den jungen Echinoideenstacheln mittheilt, dass sich aber bei ihnen eine merkwürdige Gesetzmäßigkeit in der Wachsthumsrichtung konstatiren ließ, die vielleicht auch bei den Seeigelstacheln vorhanden ist, aber von Joh. Müller übersehen wurde. Damit aus dem sechsspeichigen Rädchen ein Stachel werde, erhebt sich zunächst aus dem Centrum desselben und zwar auf der der Körperoberfläche zugewandten Fläche ein kleiner dreispitziger Fortsatz, der in der Mitte der drei horizontal gestellten Spitzen eine vierte vertikale Spitze in die Höhe treibt. Mitunter tritt dieser Fortsatz schon auf, wenn die Basis noch nicht die Rädchen-, sondern erst die Sternform hat, meist aber erst nach Bildung des Rädchens. Untersucht man die Stellung der drei horizontalen Spitzen des Fortsatzes genauer, so bemerkt man, dass dieselben nicht in eine und dieselbe horizontale

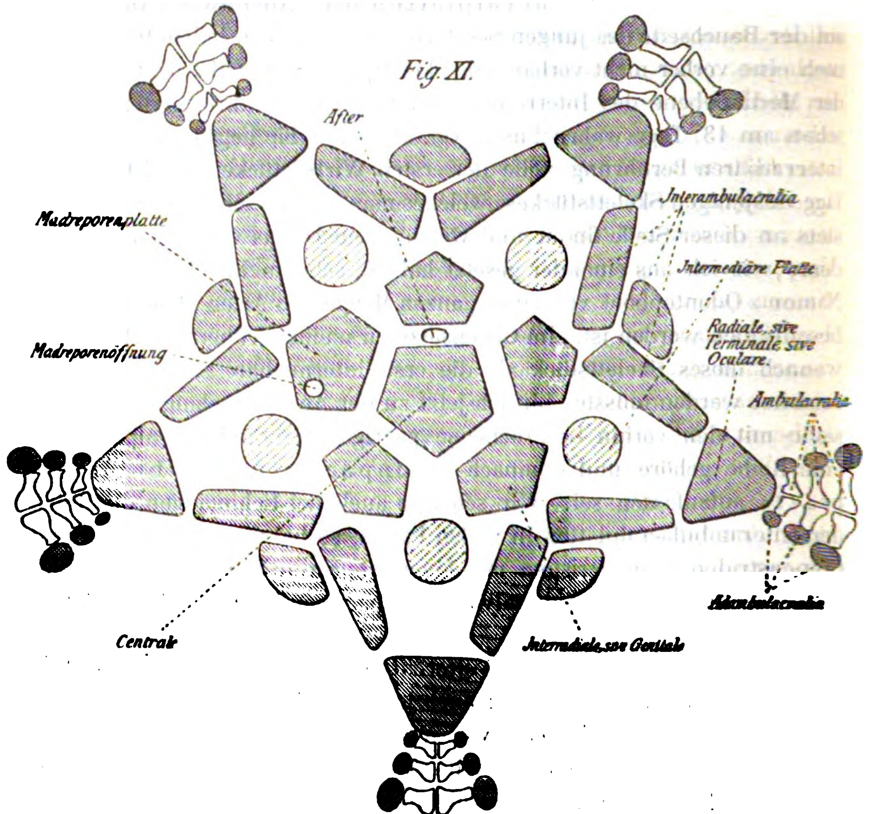
[1] Über eine lebendiggeb. Synaptide. Arch. de Biol. Vol. II. 1881. p. 51. Fig. 5, 6, 7.
[2] Erste Abhandlung. 1848. p. 14. Taf. VI, Fig. 9—12, 4 und 4++.

Ebene fallen, sondern in verschiedener Höhe liegen. Die drei Spitzen haben unter einander gleichen Abstand, bilden also Winkel von 120° mit einander. Geht man von derjenigen Spitze aus, deren Ebene der Ebene der Basalplatte am nächsten liegt, es ist dies diejenige, welche in der Abbildung Fig. 100 *f* direkt auf den Beschauer gerichtet ist, so findet man die nächst höher gelegene Spitze links von ihr, die dritte höchstgelegene aber rechts. Man muss also die mittlere, vertikale Achse, von welcher die drei Spitzen ausstrahlen, wenn man von der untersten der Spitzen zur nächst höheren und von dieser zur höchsten aufsteigen will, im Sinne einer rechts gewundenen Spirale (rechts gewunden im Sinne der Mechaniker, = Deltaspirale) umwandern. Im nächsten Stadium der Stachelentwicklung erhebt sich auf der Peripherie der der Körperoberfläche zugekehrten Seite der rädchenförmigen Basalplatte jeder Speiche entsprechend ein kurzer Fortsatz. Von diesen sechs Fortsätzen verbinden sich je zwei an ihrer Spitze mit einander so wie auch mit dem äußersten Ende einer der drei von der vertikalen Achse der Stachelanlage ausstrahlenden horizontalen Spitzen. So bekommen wir dann die erste Bildung aufrecht stehender Maschen über der Basalplatte und zugleich die Anlage der drei Kanten, die wir von nun an am jungen Stachel wahrnehmen. Um das Gesagte verständlicher zu machen möge nebenstehende schematische Figur dienen. Der weitere Aufbau des Stachels geschieht nun in der Weise, dass über jeder der drei horizontalen Spitzen, die jetzt mit je zwei Erhebungen des Rädchenrandes verwachsen sind, und zwar an den in der nebenstehenden Abbildung mit + bezeichneten Stellen sich ein senkrecht aufsteigender Stachel erhebt. Wir haben dann im Ganzen vier senkrecht aufsteigende Stachel, einen centralen und drei peripherische. Diese vier Stachel bleiben aber nicht isolirt von einander, sondern es bilden sich an dem centralen in der Richtung auf jeden peripherischen Stachel und an jedem peripherischen Stachel in der Richtung auf den centralen Stachel je ein horizontaler Fortsatz. Die einander zugekehrten Fortsätze des centralen und der peripherischen Stachel wachsen auf einander los, berühren sich und verwachsen schließlich mit einander; auf diese Weise bilden sich zwi-



Ansicht von außen auf die junge Stachelanlage; *a*, *b*, *c*, die sechs Erhebungen auf dem Randtheile des Rädchens, welche sich paarweise mit einander verbinden und zugleich sich verbinden mit *1*, *2*, *8*, den drei horizontalen Spitzen der Achse. In der Tiefe die sechs Maschen und sechs Speichen des Rädchens; +, +, +, die drei Stellen, an welchen sich im nächsten Stadium ein senkrechter Stachel erhebt.

Interradien, nachdem sie sich dort bis zur Berührung einander genähert haben, durch einen Muskel mit einander. Später verschmelzen das erste und zweite Paar der Wirbelstücke mit einander und bilden den sog. ersten Wirbel der erwachsenen Asterie, wie ich das bei einer früheren Gelegenheit[1] des Näheren beschrieben habe. In die feste Verbindung des



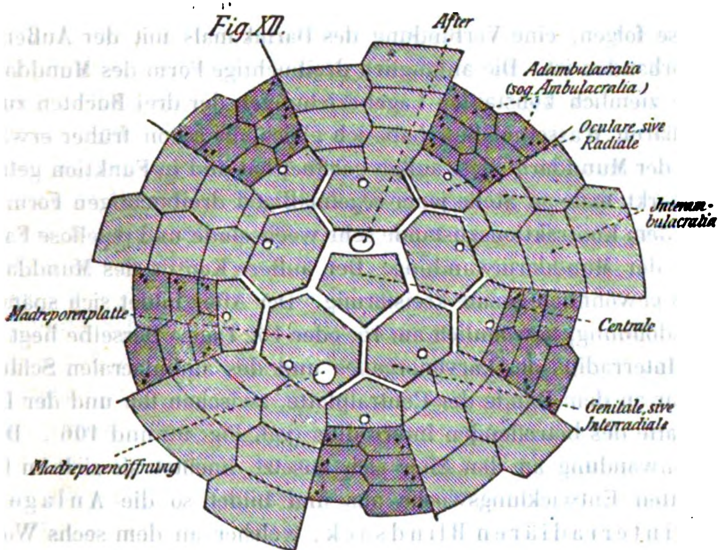
Übersicht über das Skelett eines Seesternes vom Rücken gesehen; die ventralen Skelettstücke der Ambulacralrinnen sind in die Figur im Anschluss an die Terminalia eingetragen.

ersten und zweiten Ambulacralstückes zur Bildung des »ersten« Wirbels geht aber noch eine andere Skelettplatte ein, nämlich die erste Adambulacralplatte. Schon im Stadium des 16tägigen Seesternes sind zwei Paare von Adambulacralplatten angelegt (vgl. Fig. 98), von denen das erste Paar dem lateralen Ende der ersten Ambulacralstücke anliegt und das zweite Paar dem lateralen Ende der zweiten Ambulacralstücke.

[1] Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX. p. 110. (Morphol. Stud. Bd. I. p. 161.)

In älteren Stadien bemerkt man an der adoralen Seite der Terminalplatte eines jeden Armes die Anlage eines dritten Paares von Adambulacralplatten; untersucht man dann noch genauer, so findet man, dass dann stets weiter in der Tiefe das dritte Paar der Ambulacralstücke angelegt ist. Ambulacralia und Adambulacralia entstehen also so, dass sie immer am adoralen Rande des Terminale ihren Ursprung nehmen.

Ich habe oben wahrscheinlich zu machen gesucht, dass bestimmte Platten des Seesternes sich mit den Interambulacralplatten der Seeigel vergleichen lassen. Auch die »Ambulacralplatten« der Seeigel scheinen



Übersicht über das Skelett eines regulären Seeigels zum Vergleich mit dem Skelett eines Seesternes (Fig. XI); der Interradius des Afters (= Interradius des ambulacralen Schlusses) ist als vorderer angenommen.

mir bei dem Seesterne ihre ganz bestimmten Homologa zu haben, aber nicht, wie von manchen Autoren angenommen wird, in den Ambulacralplatten der Seesterne, sondern in deren Adambulacralplatten. Die weitere und eingehendere Begründung meiner Auffassung, dass die »Ambulacralplatten« der Seeigel homolog sind mit den Adambulacralplatten der Seesterne und, wie ich hinzufügen will, auch mit den Seitenplatten am Arme der Ophiuren würde über die nächste Aufgabe dieser Abhandlung zu weit hinausführen. Ich beschränke mich also hier auf die im Vorstehenden gegebene Andeutung und erlaube mir nur noch meine Auffassung der Homologien zwischen den Skeletttafeln der Echinoideen und Asterien in den beiden Fig. XI und XII übersichtlich zu fixiren. Es geht daraus hervor, dass

wir für alle Sorten von Skeletttafeln der Echinoideen bei den Asterien Homologa finden. Es fehlen aber den Echinoideen die Ambulacralia und die intermediären Platten des Seesternes. Indessen sind wahrscheinlich die Aurikulen der Echinoideen aus einer Umbildung von Ambulacralstücken abzuleiten und die intermediären Platten des Seesternes finden sich in den Platten angedeutet, welche bei den meisten erwachsenen Seeigeln an die Stelle des Centrale treten.

2) Der Darmkanal. Wie ich schon oben p. 169 erwähnte, bricht der Mund des jungen Seesternes erst am 13. oder 14. Tage nach außen auf, so dass also an den ersten Tagen, welche unmittelbar auf die Metamorphose folgen, eine Verbindung des Darmkanals mit der Außenwelt nicht vorhanden ist. Die anfänglich dreibuchtige Form des Munddarmes und die ziemlich konstanten Lagebeziehungen der drei Buchten zu den fünf radiären Wassergefäßen habe ich gleichfalls schon früher erwähnt. Sobald der Munddarm sich außen geöffnet hat und in Funktion getreten ist, bemerkt man an Stelle jener regelmäßigen dreibuchtigen Form eine je nach dem Kontraktionszustande sehr wechselnde und regellose Faltenbildung der Munddarmwandung. Der äußere Kontur des Munddarmes ist dann gewöhnlich genau kreisförmig. Der After bildet sich später als die Mundöffnung, gewöhnlich am 15. oder 16. Tage. Derselbe liegt stets in dem Interradius des Larvenorganes und des ambulacralen Schlusses und zwar an dem Rande der Centralplatte, zwischen ihr und der Interradialplatte des betreffenden Interradius (vgl. Fig. 99 und 106). Da wo die Darmwandung an den After sich ansetzt, buchtet sie sich im Laufe der dritten Entwicklungswoche aus und bildet so die Anlage für einen interradiären Blindsack, welcher an dem sechs Wochen alten Seesterne, die in Fig. 107 dargestellte Form besitzt. Wo im ausgebildeten Seesterne mehrere interradiäre Blindsäcke vorkommen, dürfen wir annehmen, dass sie durch Seitenbuchten dieses erst angelegten interradiären Blindsackes entstehen. Die fünf Buchten, welche wir während der Metamorphose an dem Haupttheile des Darmes auftreten sahen, entwickeln sich lebhaft weiter und werden schon nach wenigen Tagen lange Blindsäcke, die sich an ihrer Spitze gabeln und so die Anlage für die fünf Paare radiärer Blindsäcke bilden, wie wir sie von den erwachsenen Seesternen kennen. Den Beginn der Gabelung einer jeden der fünf primären Darmbuchten zeigt Fig. 107 von einem sechswöchentlichen Sterne. In diesen Stadien bemerkt man auch bindegewebige Fäden und Stränge, welche von der Körperwand an den Darm herantreten, um denselben in seiner Lage zu halten. Diese Mesenterialfäden treten theilweise als einzelne Fäden ohne bestimmte Regelmäßigkeit manchmal schon an den Larven vor und während der Metamorphose

auf (vgl. z. B. Fig. 38 und 40); zum anderen Theile aber entwickeln sie sich in regelmäßiger Weise zwischen den fünf primären Darmbuchten, als je ein bandförmiger Strang, welcher den Darm in der Richtung eines späteren Interradius an die Körperwand befestigt (vgl. Fig. 73, 74, 75, 89 und 90).

3) Das Wassergefäßsystem. An dem Ringkanale des Wassergefäßsystemes findet man bei jungen Asterinen, welche etwa fünf Wochen alt sind, die Anlagen der TIEDEMANN'schen Körperchen in Gestalt kleiner Aussackungen, von welchen in jedem interradialen Bezirke ein Paar an der adoralen Wandung des Wassergefäßringes ansitzt. Es wird dadurch auch entwicklungsgeschichtlich bewiesen, dass die schon aus anatomischen Gründen von mir[1] bestrittene Auffassung SEMPER's[2], wonach die TIEDEMANN'schen Körperchen ursprünglich Anhangsgebilde des Blutgefäßringes sein sollen, unhaltbar ist. — Die Füßchen des jungen Seesternes erhalten sehr rasch in allen Hauptzügen diejenige Organisationsstufe, in welcher wir sie am erwachsenen Seesterne zu finden gewohnt sind. Anfänglich besitzen sie noch keine Saugscheibe an ihrer Spitze, aber schon in der fünften und sechsten Woche sind deutliche Saugscheiben vorhanden. In ihrer Wandung entwickelt sich eine dünne Schicht von Längsmuskelfasern. An ihrer Ursprungsstelle aus dem radiären Wassergefäße erkennt man bei 13tägigen Larven eine Einschnürung (vgl. Fig. 97) als erste Andeutung der Taschenventile, die man schon von der vierten Woche an an dieser Stelle findet. Bei fünf Wochen alten Seesternen sind auch die Füßchenampullen vorhanden und in ihrer Wandung mit einer deutlichen Muskelschicht ausgestattet.

4) Das Nervensystem. Ebenso wie wir einen ringförmigen Epithelwulst aus seiner tieferen Zellenschicht die Anlage für den Nervenring bilden sahen, verdickt sich auch das Epithel über dem radiären Wassergefäße und lässt hier aus seiner tieferen Schicht den radiären Nerven aus sich hervorgehen. Die Anlage für den radiären Nerven geht adoralwärts unmittelbar über in die Anlage des Nervenringes und setzt sich aboralwärts bis auf den Fühler fort. Bevor sie aber den Fühler erreicht, schwillt sie dicht vor der Basis des letzteren an und erzeugt so die erste Andeutung des nervösen Polsters, in welchem sich die Augen des ausgebildeten Seesternes befinden (vgl. Fig. 96). Schon am 14. Tage bemerkt man in diesem Polster ein junges Auge in Gestalt eines äußerst kleinen trichterförmigen lebhaft rothen Pigmentfleckes; die Spitze

[1] Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX. p. 111. (Morphol. Stud. Bd. I. p. 162.)

[2] SEMPER, Holothurien. p. 118.

des Trichters ist nach innen gerichtet und die nach außen gerichtete Öffnung desselben umschließt einen ungemein kleinen hellen Körper, über dessen Beschaffenheit ich auch mit Anwendung von Reagentien und stärksten Vergrößerungen nichts Näheres ermitteln konnte. Der Fühler unterscheidet sich stets dadurch von den Füßchen, dass er an seiner Spitze niemals eine Saugscheibe erhält und auch eine nur geringe Ausstreckungsfähigkeit besitzt, während die Füßchen sich oft bis zu einer Länge ausstrecken, die dem Durchmesser des ganzen jungen Sternes gleichkommt.

5) Das Blutgefäßsystem. Von dem Blutgefäßsysteme habe ich noch nachzutragen, dass sich der orale Blutgefäßring, der ja eben so wenig wie der Wassergefäßring von Anfang eine geschlossene Ringform, sondern die Gestalt eines Bogens besitzt, sich gleichzeitig mit dem Schlusse des Wassergefäßringes zu einem den Mund umkreisenden Ringe schließt. Der Ring des Blutgefäßsystemes hat einen etwas kleineren Radius als der Wassergefäßring, so dass man ihn oft bei ventraler Ansicht des jungen Seesternes am inneren Rande des Wassergefäßringes erkennen kann; häufig aber wird er bei dieser Ansicht ganz oder theilweise vom Wassergefäßringe verdeckt und kann dann erst auf Schnitten gesehen werden. — Die Anlage des aboralen Blutgefäßringes habe ich nicht erkennen können; meine ältesten Seesterne hatten ein Alter von sieben Wochen, besaßen aber noch keine Spur des aboralen Blutringes, wenigstens konnte ich trotz aller darauf gerichteten Bemühungen Nichts finden, was ich als Anlage des aboralen Blutringes hätte ansprechen können. Derselbe scheint demnach erst in späterem Jugendalter gebildet zu werden. — Die konstante Lagerung des Centralblutgeflechtes in Bezug auf den Steinkanal lässt sich bei den jungen Seesternen mit Leichtigkeit konstatiren.

6) Die Körperwand. So weit die Körperwand Skeletttheile umschließt, verweise ich auf das oben über das Skelett des jungen Seesternes Gesagte. Das äußere Epithel des Körpers trägt auch beim jungen Seesterne noch aller Orten dieselbe feine Wimperbekleidung, welche von der Blastula und Gastrula an durch alle Entwicklungsstadien hindurch vorhanden ist. — An der Innenseite der Körperwand bildet sich von der dritten Woche an in jedem Interradius eine Leiste, welche in die Körperhöhle vorspringt und bekanntlich an derselben Stelle bei allen ausgebildeten Seesternen vorhanden ist. Diese fünf sogenannten interradialen oder interbrachialen Septen beginnen ventralwärts über dem unpaaren und interambulacralen Skelettstücke und verlieren sich, allmählich auslaufend, an der dorsalen Wand des Seesternes. Es ist von den erwachsenen Seesternen bekannt, dass eines

dieser fünf interradialen Septen dadurch ausgezeichnet ist, dass es aus zwei neben einander stehenden Wänden besteht, zwischen welchen Steinkanal und Centralblutgeflecht liegen. Ganz dasselbe Verhalten zeigt auch schon eine junge Asterina von sechs Wochen (vgl. Fig. 107). Die vorhergehenden Entwicklungsstadien aber lehren, dass die eine jener beiden Wände nichts Anderes ist als eine Umbildung des Larvenmesenteriums, während die andere Wand allein den einfachen Septen in den vier übrigen Interradien entspricht. Wenn man den Seestern vom Rücken betrachtet, so liegt in dem Interradius des Steinkanals das eigentliche interradiäre Septum links von dem Steinkanal, die Wandung aber, welche aus dem Larvenmesenterium entstanden ist, liegt rechts vom Steinkanal. Das »doppelte« Septum im Interradius des Steinkanals bei den erwachsenen Asterien ist also nicht etwa so von den einfachen Septen, wie sie in den vier übrigen Interradien liegen, abzuleiten, dass man eine Spaltung oder Verdoppelung eines einfachen Septums anzunehmen hat, sondern es ist nur scheinbar »doppelt« und besteht in Wirklichkeit aus dem Homologon der übrigen Septen und einer aus dem Larvenmesenterium entstandenen Wandung.

Damit beschließe ich die Besprechung der wichtigsten Entwicklungszustände, welche sich in den ersten Wochen des Jugendlebens bei der Asterina squamata abspielen. Nur von einem einzigen Organsysteme lassen sich auch bei den siebenwöchentlichen Jungen noch gar keine Spuren nachweisen; es sind das die Geschlechtsorgane. In dieser Hinsicht lassen meine Untersuchungen eine vollständige Lücke, da ich meine Züchtungen nicht länger als bis zum Ende der siebenten Woche fortsetzen konnte.

VIII. Allgemeines über den Entwicklungsmodus der Asterina im Vergleiche zu demjenigen anderer Echinodermen.

Die Entwicklungsgeschichte der Asterina, wie ich sie im Vorstehenden mitgetheilt habe, fordert zu einem Vergleiche mit den Entwicklungsweisen anderer Echinodermen auf. Die nahen Beziehungen, welche die Entwicklung der Asterina zu derjenigen von Echinaster sanguinolentus und Asteracanthion Mülleri besitzt, habe ich schon weiter oben mehrfach hervorgehoben. Derselbe Entwicklungsmodus scheint nach den kurzen Mittheilungen von KOREN und DANIELSSEN[1] und M. SARS[2] auch bei Pteraster militaris vorzukommen. Leider besitzen wir von all' diesen Arten nur eine Kenntnis der äußeren Formentwicklung, während die innere Organi-

[1] Fauna littoralis Norvegiae. II. Bergen 1856. p. 55—59. Pl. VIII.

[2] Oversigt af Norges Echinodermer. Christiania 1861. p. 57—62. Tab. VI, Fig. 2 bis 13.

sation nur sehr unvollständig bekannt ist. Die einzigen Beobachtungen darüber rühren von JOH. MÜLLER her und beziehen sich auf Echinaster sanguinolentus (= Sarsii M. & Tr.)[1]. Es lässt sich aber aus ihnen nicht mehr als der ganz allgemeine Eindruck gewinnen, dass auch bezüglich der inneren Organisation die Entwicklung des Echinaster sich sehr eng an diejenige von Asterina anschließt. Wie unzulänglich im Übrigen die JOH. MÜLLER'schen Angaben sind, geht am besten daraus hervor, dass er den Echinasterlarven einen Mund und Schlund ganz abspricht und auch den Rückenporus, der sicher auch bei ihnen vorhanden sein wird, nicht erkannt hat. Mir scheint, dass eine erneuerte eingehende Untersuchung der Entwicklung von Echinaster sanguinolentus, Asteracanthion Mülleri und Pteraster militaris in allen Hauptpunkten Übereinstimmungen mit Asterina ergeben wird.

Andere Seesterne entwickeln sich bekanntlich in der Weise, dass bei ihnen zunächst das als Bipinnaria bezeichnete Larvenstadium auftritt, welches sich dann entweder direkt, so ist es bei der von METSCHNIKOFF[2] beobachteten Form der Fall, in den Seestern umwandelt oder aber erst die Brachiolariaform annimmt, um dann aus dieser in den Seestern überzugehen. Die Brachiolaria ist durch den Besitz eines dreiarmigen Haftapparates gekennzeichnet, welcher, wie ich früher bemerkte, dem Larvenorgan von Asterina gibbosa, Echinaster sanguinolentus, Asteracanthion Mülleri und Pteraster militaris homolog ist. Die Aufeinanderfolge des Brachiolariastadiums auf das Bipinnariastadium ist namentlich durch HENSEN[3] und GREEFF[4] von Asteracanthion rubens und durch AGASSIZ[5] von Asteracanthion pallidus bekannt geworden. Die Bipinnaria unterscheidet sich dadurch von der Brachiolaria, dass bei ihr das Homologon des Larvenorganes der Asterina überhaupt nicht vorhanden ist. Die Bipinnaria und Brachiolaria haben das Übereinstimmende und sie von der Asterinalarve Unterscheidende, dass sie an eine pelagische Lebensweise angepasst sind. Bei ihnen ist nämlich an Stelle des auch hier anfänglich, jedoch bei Asterina die ganze Entwicklung hindurch vorhandenen allgemeinen Wimperkleides eine Wimperschnur ausgebildet, welche den freien Rand besonderer Körperanhänge überzieht. Derartige von einer Wimperschnur umsäumte Körperanhänge fehlen bei Asterina ganz und gar. Die die Wimperschnur tragenden Körperanhänge der Bipinnarien und Brachiolarien sind nicht etwa selbst besondere Schwimmwerkzeuge, die wie

[1] Sechste Abhandlung. 1858. p. 9—11. Taf. I, Fig. 1—14.
[2] l. c. 1869. p. 32—40. Taf. XI und XII, *A*.
[3] Archiv f. Naturgesch. 1863. p. 242—246, 363—364.
[4] Vierte Mittheil. 1876. p. 34—37.
[5] l. c. (1864) 1877. Pl. III u. IV.

Flossen wirken, sondern sie sind lediglich die Träger der Schwimmwerkzeuge, welche bei ihnen eben so gut wie bei den jungen eben ausschlüpfenden Asterinalarven durch die Wimpern des Ektoderms gegeben sind. Die Seesternlarven besitzen alle sammt und sonders, wie auch alle anderen Echinodermlarven, als Hauptbewegungsorgan, namentlich zum Schwimmen, ein Wimperkleid; dieses Wimperkleid ist anfänglich immer über den ganzen Larvenkörper verbreitet, kann sich aber später auf bestimmte Stellen, das sind die Wimperschnüre der Bipinnarien und Brachiolarien, beschränken. Außer diesem Schwimmapparate können dann noch besondere Haftorgane auftreten: Larvenorgan von Asterina etc., Arme der Brachiolaria. Die Brachiolaria vereinigt in ihren Charakteren die Eigenthümlichkeiten der Bipinnaria und der Asterinalarve. Die Bipinnaria lehrt, dass ein besonderes larvales Haftorgan nicht aufzutreten braucht und die Asterinalarve lehrt, dass das Wimperkleid nicht in Wimperschnüre umgewandelt zu werden braucht und dass zugleich auch die besonderen Körperanhänge, wie wir sie zur Stütze der Wimperschnüre bei Bipinnaria und Brachiolaria sehen, in Wegfall kommen können. Demnach sind also weder besondere Haftorgane noch auch Wimperschnüre und larvale Körperanhänge etwas für die Asterienentwicklung Durchgreifendes und Charakteristisches; alle diese Gebilde sind nur vorübergehende Anpassungserscheinungen an die Lebensverhältnisse der Larve. Übereinstimmend für alle ist nur die anfänglich ellipsoide Grundform mit allseitiger Wimperbekleidung und der Lagerung von Larvenmund und Larvenafter (= Gastrulamund) an derselben dadurch als »Vorder«- oder »Bauch«-Fläche bezeichneten Seite des Larvenkörpers. —

Bezüglich der inneren Organisation und der Vorgänge der Metamorphose zeigen alle bekannten Asterienlarven, so weit sich auf Grund der vorliegenden in Bezug auf die Metamorphose nur kärglichen und unzureichenden Beobachtungen ein Urtheil gewinnen lässt, in den wesentlichen Punkten Übereinstimmung mit den Erscheinungen bei Asterina; die eine tiefgreifende Differenz, in welcher nach Metschnikoff die Bildung des Wassergefäßringes bei der von ihm untersuchten Asterienlarve zu Asterina stehen soll, existirt, wie ich oben gezeigt habe, nicht. Im Zusammenhang mit der Anpassung der Bipinnarien und Brachiolarien an das pelagische Leben steht es auch, dass bei ihnen derjenige Theil des Larvenkörpers, welcher vorzugsweise den Seestern aus sich hervorgehen lässt, so wie auch der junge Seestern selbst, auffällig viel kleiner ist als der der Resorption anheimfallende Theil des Larvenkörpers. Bei Asterina ist die Größendifferenz zwischen dem jungen Sterne und dem zur Resorption gelangenden Larvenorgan viel weniger auffallend. Dieses Miss-

verhältnis in der Größe zwischen dem jungen Stern und der Bipinnaria- und Brachiolarialarve lässt es begreiflich erscheinen, dass einzelne Forscher auf die Meinung kamen, der Stern verhalte sich zur Larve wie eine Knospe; er löse sich später ab, während die Larve weiter lebe und vielleicht nach einiger Zeit einen neuen Stern aus sich hervorknospen lasse. Diese Auffassung ist aber nur so lange möglich gewesen, so lange man aus der Seesternentwicklung nur Bruchstücke und auch diese nur unvollständig kannte. Jetzt aber, nach den Beobachtungen von Joh. Müller, Agassiz und Metschnikoff, wozu meine obigen Angaben über Asterina hinzukommen, noch von einer Knospung des Seesternes an der Larve sprechen zu wollen, ist rein unmöglich — dass es dennoch von einigen Seiten aus noch immer geschieht, um einer später noch einmal zu erwähnenden Vermuthung über die Abstammung der Echinodermen von Ringelwürmern zu einigem Rechte zu verhelfen, beweist nur noch, dass es Naturforscher giebt, deren Liebe zu den Erzeugnissen ihrer Phantasie mächtiger auf sie einwirkt als alle Thatsachen der Wirklichkeit. Es hat aber gar keinen Zweck sich mit jener Ansicht, die von Niemandem, der sich ernstlich mit Echinodermenentwicklung beschäftigt hat, vertreten wird, hier ausführlich und eingehend aus einander zu setzen, denn die Vertheidiger der »Knospung« des Echinoderms an der Larve werden gegen die von mir beigebrachten Thatsachen sich konsequenterweise ebenso taub und blind verhalten wie gegen meine Vorgänger. Überlassen wir also dieses Phantasiegebilde seinen Verehrern und wenden wir uns wieder thatsächlichen Dingen zu.

Wir haben vorhin nur erst Angaben zum Vergleiche herangezogen, welche sich auf andere Asterien beziehen. Bei den Ophiuren und Echinoideen begegnen wir aber noch komplicirter gestalteten Larvenformen. Bei ihnen bildet sich bekanntlich ein besonderes Larvenskelett aus, das der Larve sowohl in ihrem eigentlichen Körpertheile als auch besonders in ihren die Wimperschnur tragenden Körperanhängen zur Stütze dient. Auch dieses Larvenskelett wird, wie namentlich Metschnikoff gezeigt hat, bei der Umwandlung der Larve in die Ophiure oder in das Echinoid resorbirt; auch in ihm vermag ich nur eine höchst bemerkenswerthe und eigenthümliche Anpassungserscheinung zu erblicken. In allen wesentlichen Dingen aber verfolgt auch die Ophiuren- und Echinoideenentwicklung, so weit man bis jetzt darüber Kenntnisse besitzt, eine Richtung, welche auf Schritt und Tritt verwandtschaftliche Beziehungen zu den Asterien zu erkennen giebt. Was zunächst die Ophiuren anbetrifft, so stützt sich meine Ansicht, dass ihr Larvenskelett nur eine Anpassungserscheinung ist, vorzugsweise auf den Umstand, dass Krohn[1] bei einer

[1] Müller's Archiv 1857. p. 369—372.

leider nicht näher bezeichneten Ophiurenart beobachtete, dass der das Ei verlassende Embryo mit einem gleichmäßigen Wimperkleide bekleidet ist und sich direkt ohne Pluteusstadium und auch ohne das Rudiment eines Larvenskelettes, wie es bei Amphiura squamata[1] vorkommt, zum Schlangenstern entwickelt. Hier kann natürlich von einer Knospung eben so wenig die Rede sein wie bei den Asterien. Jene von KROHN in Funchal beobachtete Ophiure scheint nach den kurzen Notizen dieses Forschers in ihrer Entwicklung die größten Ähnlichkeiten mit dem Entwicklungsmodus der Asterina zu besitzen[2] und demnach für zukünftige Untersuchungen eine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen.

Unter den Echinoideen erreichen alle bis jetzt bekannten Larven die Pluteusform mit Wimperschnüren, mit innerem Larvenskelett, mit oder ohne Wimperepauletten, mit oder ohne Scheitelstab des Larvenskelettes. Wir kennen bis jetzt keine einfacher geformten Echinoideenlarven, obschon nach dem, was wir von Asterien und Ophiuren wissen, die Vermuthung gestattet ist, dass auch unter den Echinoideen Arten vorkommen, welche sich auf direkterem Wege, ohne dass es zur Bildung von Wimperschnüren und Larvenskelett kommt, zum Seeigel entwickeln. Es ist insbesondere zu erwarten, dass wir derartige einfachere Entwicklungsverhältnisse bei denjenigen Echinoideen auffinden werden, bei welchen eine mehr oder minder ausgeprägte Brutpflege das pelagische Pluteusstadium überflüssig erscheinen lässt. — Bezüglich der inneren Entwicklungsvorgänge wird von METSCHNIKOFF[3] für die Echinoideen derselbe principielle Gegensatz in der Bildung des Wassergefäßringes gegenüber dem, was wir von anderen Echinodermen wissen, behauptet, wie bei den Asterien. Ich besitze allerdings keine eigenen Beobachtungen über Echinoideenentwicklung, möchte aber dennoch mir die Vermuthung auszusprechen erlauben, dass neue Untersuchungen bei den Echinoideen die Unhaltbarkeit der METSCHNIKOFF'schen Ansicht in ähnlicher Weise darthun werden wie es für die Asterien durch SARS, GÖTTE und mich geschehen ist; ich will nur darauf hinweisen, dass METSCHNIKOFF die »Durchbrechung« der Wassergefäßanlage durch den neuentstehenden Schlund des jungen Seeigels eben so wenig direkt beobachtet hat wie bei den Asterien.

[1] Vgl. KROHN, MÜLLER's Archiv 1851. p. 338. Taf. XIV, Fig. 1. — M. SCHULTZE, MÜLLER's Archiv 1852. p. 37. Taf. I. — METSCHNIKOFF, l. c. 1869. p. 18—20. Taf. III *B*, IV.

[2] So sagt KROHN l. c. p. 370: »An der Umbildung in den Stern betheiligt sich zunächst nur die massive, beim Schwimmen nach hinten sehende Abtheilung des Embryoleibes, der übrige Theil wird nachgehends verbraucht, schwindet so immer mehr und geht zuletzt ganz ein.«

[3] l. c. 1869. p. 45, 60.

In der Entwicklungsgeschichte der Holothurien beschränkt sich die Bildung eines Larvenskelettes auf einige kugelige oder rädchenförmige Kalkgebilde, in denen man Rudimente eines Larvenskelettes um so eher erblicken kann als auch sie durchaus nicht bei allen Holothurien vorkommen und bei der Metamorphose resorbirt werden. Die Holothurien scheinen mir ganz besonders geeignet zu sein um meine Auffassung zu stützen, dass die verschiedenen Formen des Wimperapparates der Echinodermenlarven: Wimperschnüre, Wimperepauletten, Wimperschöpfe, Wimperreifen, keine allgemeinere Bedeutung für den Typus des sich entwickelnden Echinoderms besitzen, sondern dass ihnen als Anpassungserscheinungen an bestimmte Lebensverhältnisse nur eine auf kleinere Echinodermengruppen beschränkte Bedeutung zukommt, dass ferner namentlich dann, wenn es sich um die Feststellung verwandtschaftlicher Beziehungen der Echinodermen zu anderen Gruppen des Thierreiches handelt, jene Wimperapparate so wie die sie tragenden und stützenden Körperanhänge und Larvenskelette keinen Werth haben. Wir haben bei den Holothurien stets beginnend mit einem allseitig bewimperten Larvenstadium entweder direkte Entwicklung, wie bei »Psolinus brevis«, Phyllophorus urna[1] und den vielleicht zu Holothuria tremula gehörigen Eiern[2], oder aber indirekte Entwicklung, bei welcher sich eine Wimperschnur, sog. Auricularien, oder Wimperreifen, sog. tonnenförmige Puppen, ausbilden. Bei den Auricularien der Synapta digitata folgt auf das Auriculariastadium ein tonnenförmiges Stadium mit fünf Wimperreifen. Bei Cucumaria Planci wird das Auriculariastadium übersprungen und es bildet sich sofort aus der allseitig bewimperten primären Larvenform die tonnenförmige Gestalt. Vergleicht man das Tonnenstadium der Cucumaria mit dem der Synapta, so zeigen sich so große fundamentale Differenzen, dass man sofort erkennt, dass man es auch hier mit keiner auch nur für den Typus der Holothurien signifikanten und descendenztheoretisch verwerthbaren Larvenform zu thun haben kann. Das Tonnenstadium der Synapta hat, wie gesagt, fünf Wimperreifen; Mund und sämmtliche Tentakel liegen nach vorn von dem ersten, vordersten Wimperreifen, der After aber liegt zwischen dem vierten und fünften Wimperreifen[3]. Ganz anders bei Cucumaria Planci. Hier haben wir

[1] Kowalevsky. 1864.

[2] Koren und Danielssen, Fauna littoralis Norvegiae. II. 1856. p. 47—54. Tab. VII u. VIII.

[3] cf. Joh. Müller, Dritte Abhandlung. 1850.

ein vorderes Wimperfeld, dann folgen vier Wimperkränze und zu hinterst wieder ein kleines Wimperfeld[1]. Der Mund liegt zwischen vorderem Wimperfeld und dem ersten der vier Wimperreifen; die fünf primären Tentakel sind so angeordnet, dass zwei von ihnen rechts und links vom Munde, zwei andere zwischen erstem und zweitem Wimperreifen, und der fünfte zwischen zweitem und drittem Wimperreifen sich erheben; der After endlich liegt hinter dem letzten vierten Wimperreifen in dem kleinen hinteren Wimperfelde. Die Ähnlichkeit zwischen dem Tonnenstadium, welches sich aus dem Auriculariastadium der Synapten entwickelt, und der tonnenförmigen Larve der Cucumaria Planci scheint mir hiernach eine rein äußerliche zu sein.

Werfen wir schließlich noch einen Blick auf die Crinoideen, so treffen wir bei der einzigen bezüglich ihrer Embryologie bekannten Form, Antedon rosacea, eine anfänglich allseitig bewimperte Larve, die dann eine tonnenförmige Gestalt mit vier Wimperreifen annimmt. Die Beziehung der vier Wimperreifen zum Gastrulamund (Larvenafter) und Larvenmund ist aber hier wieder eine andere als bei den tonnenförmigen Stadien der Holothurien. Der Gastrulamund liegt zwischen drittem und viertem Wimperreif und der Larvenmund zwischen erstem und zweitem[2].

Wenn wir Alles zusammenfassen, was wir überhaupt über die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen wissen, so haben wir überall einen Entwicklungsmodus, den man als eine Metamorphose bezeichnen muss. Die Grundform der Larve ist ein Ellipsoid, welches auf seiner Oberfläche allseitig bewimpert ist und an einer Seite hinter einander eine Mundöffnung und eine aus dem Munde der durch Einstülpung entstandenen Gastrula hervorgegangene Afteröffnung besitzt. Durch Anpassung an besondere Lebensverhältnisse sind aus dieser Grundform verschiedenartig gestaltete Larven (Bipinnaria, Brachiolaria, Pluteus, Auricularia, tonnenförmiges Stadium, Larven mit Haftorganen) entstanden, die wir als sekundäre Larvenformen jener primären Grundform gegenüber stellen können. Das ausgebildete Echinoderm entsteht entweder sofort aus der primären Larve oder aber erst aus einer sekundären Larvenform, ja es kann sogar auf die eine sekundäre Larvenform erst noch eine zweite sekundäre Larvenform folgen (z. B. Bipinnaria — Brachiolaria; Auricularia — tonnenförmiges Stadium), bevor das Echinoderm gebildet wird. Die Umbildung der Larve in das Echinoderm erleidet aber durch die Einschiebung sekundärer Larvengestalten in den Entwicklungsgang keine durchgreifenden Abänderungen. Die Vor-

[1] cf. Selenka, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1876. Taf. XII, Fig. 23, 25.
[2] Vgl. Götte, l. c. Taf. XXVII, Fig. 27, 28.

gänge, durch welche sich die primäre Larve in das Echinoderm verwandelt, sind nach Allem, was wir wissen, wesentlich dieselben, durch welche aus einer sekundären Larve das Echinoderm entsteht, nur kommt bei den letzteren hinzu, dass die Metamorphose verbunden ist mit einer Resorption gerade derjenigen Larventheile, welche aus der primären Larve eine sekundäre gemacht hatten. Die sekundären Larvencharaktere sind also nicht etwa Vorläufer bestimmter Organe des Echinoderms, sind nicht gewissermaßen in das Larvenleben anticipirte Eigenthümlichkeiten des Echinoderms, sondern sind Anpassungserscheinungen, die lediglich dem Larvenleben angehören, die verschwinden, sobald das Larvenleben aufhört, und die im Übrigen die wesentlichen Vorgänge in der Umbildung der primären Larve in das Echinoderm unbeeinflusst lassen. Diese letzteren besitzen bei allen Echinodermen die typische Eigenthümlichkeit, dass sie sich an die Symmetrieverhältnisse der Larve nicht anschließen, sondern in asymmetrischer, aber, wie wir bei Asterina des Näheren gesehen haben, darum doch nicht regelloser Weise, die Larve in das Echinoderm überführen. Ob die Gesetzmäßigkeiten dieses asymmetrischen Aufbaues für alle Echinodermen ganz dieselben sind, oder ob sie bei den einzelnen Echinodermengruppen verschieden sind und in welchem Grade — das sind Fragen von hohem Interesse für die Morphologie. Sie zu beantworten wird aber noch eine Reihe von Untersuchungen über die Metamorphose anderer Echinodermen nöthig sein. Es scheint mir aber schon ein kleiner Fortschritt dadurch gegeben zu sein, dass wir an der Hand der für Asterina nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten in der Metamorphose in den Stand gesetzt sind, bestimmte Fragen formuliren zu können.

Im Zusammenhang mit der oben schon von mir als gänzlich haltlos bezeichneten und einer ernsthaften Erörterung nicht mehr werthen Ansicht, dass das Echinoderm als Knospe an der Larve entstehe, oder wie man zu sagen pflegt, aufgeammt werde, steht die von Haeckel[1] auch neuerdings wieder mit gewohnter Lebhaftigkeit verfochtene Hypothese, dass die Echinodermen Thierstöcke seien, deren Einzelindividuen von Anneliden-ähnlichen Urformen abstammen. Wenn wir hier absehen von der Haeckel'schen Behauptung einer verwandtschaftlichen Beziehung zwischen Echinodermen und Anneliden, für welche ich nebenbei gesagt nirgends irgend einen Beweis zu finden vermag, und uns nur zu dem anderen Theile seiner Hypothese wenden, dass die Echinodermen

[1] Die Kometenform und der Generationswechsel der Echinodermen. Zeitschrift f. w. Zool. XXX. Bd. Supplem. p. 424—445. Taf. XX.

Thierstöcke seien, so ist zunächst einmal zu bemerken, dass diese Ansicht in ihrer allgemeinen Form gar nicht erst von HAECKEL herrührt, sondern viel älter ist; dieselbe findet sich schon bei DUVERNOY[1] und GAUDRY[2]; ja sogar schon CUVIER[3] lässt Andeutungen dieser Auffassung durchblicken. Es wird der DUVERNOY-HAECKEL'schen Ansicht zwar von den Schülern HAECKEL's eine besondere Geistreichigkeit nachgerühmt und selbst in Konversationslexiken die »geistvolle Anschauung« HAECKEL's vorgetragen — nur schade, dass eine »geistreiche« Anschauung darum noch keine richtige Anschauung ist. Um den größeren oder geringeren Grad von »geistreich« handelt es sich ja hier überhaupt nicht, sondern nur um richtig oder unrichtig. HAECKEL behauptet nun des Näheren, die Entwicklung der Echinodermen sei überhaupt keine Metamorphose, sondern ein Generationswechsel, die Larve sei die Ammengeneration, an welcher die geschlechtliche Generation durch Knospung entstehe, jeder Arm eines Seesternes entstehe durch eine besondere Knospe und durch die Verbindung dieser die Individuen darstellenden Knospen bilde sich der Seestern. Er betheuert seinen Lesern, dass alle Thatsachen der Ontogenie mit dieser Auffassung im schönsten Einklang ständen. Dem gegenüber ist es doch an der Zeit endlich einmal darauf hinzuweisen, dass auch nicht einer von allen Forschern, die sich mit Echinodermenentwicklung eingehend beschäftigt haben, irgend eine Thatsache feststellen konnte, die zu Gunsten der HAECKEL'schen Behauptungen spricht. Nur bei geradezu erstaunlicher Ignorirung alles dessen, was JOH. MÜLLER, SARS, KOREN & DANIELSSEN, AGASSIZ, BAUR, METSCHNIKOFF, SELENKA, GÖTTE, die sich alle mehr oder weniger bestimmt gegen einen Generationswechsel aussprechen, durch ihre Untersuchungen zu Tage gefördert haben, kann

[1] Mémoire sur l'analogie de composition et sur quelques points de l'organisation des Échinodermes. Mém. de l'Acad. des sciences de l'institut de France. T. XX. Paris 1849. p. 587: »Il résulte de ces considérations que les Échinodermes pédicellés, qui sont de véritables animaux rayonnés, pourraient être envisagés comme composés d'animaux symmetriques, dont les corps sans tête séraient réunis dans toute leur longueur (les Oursins, les Holothuries) ou libres dans une étendue plus ou moins grande de leur partie postérieure (les Astéries)«.

[2] Ann. scienc. nat. 3. sér. Zoologie. T. XVI. Paris 1851. p. 355: »chaque bras d'une Stelléride correspond à un individu; une Stelléride entière correspond à un groupement d'individus«.

[3] Es findet sich bei CUVIER die Bemerkung: »l'animal, que BOHADSCH nomme hydra, est absolument organisé comme l'une des branches d'une astérie; et une astérie n'est qu'un composé de cinq de ces hydras, réunis par la tête. Ceci nous indique l'affinité des échinodermes avec les vers«. Mémoire sur la structure interne et externe des animaux auxquels on a donné le nom des Vers. Decades philos., litt. et polit. T. V, an III (= 1795). p. 385. Neu abgedruckt in: Malacozoologische Blätter. XXV. 1878. p. 37.

man von einer durch die Ontogenie bewiesenen Knospenbildung und einem Generationswechsel bei Echinodermen sprechen. In der Ontogenie hat die HAECKEL'sche Ansicht, dass die Echinodermen durch Knospung an einer Ammengeneration entstandene Thierstöcke seien, bis jetzt auch nicht den allergeringsten Boden.

Gießen, 31. December 1881.

Verzeichnis der von mir benutzten Litteratur (alphabetisch geordnet).

1. AGASSIZ, L., Über die Entwicklung eines Seesternes. MÜLLER's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1851. p. 122—125 (übersetzt aus: The American Traveller 1848).
2. AGASSIZ, A., On the Embryology of Echinoderms. Memoirs of the American Academy. 1864. Vol. IX.
3. —— Revision of the Echini. Illustrat. Catal. of the Mus. of Compar. Zool. at Harvard College, Cambridge, Mass. No. 7. 1872—74.
4. —— North American Starfishes. Memoirs of the Mus. of Comp. Zool. etc. Vol. V. No. 1. 1877. (Darin wieder abgedruckt: Embryology of the Starfish; zuerst publicirt in: Contributions to the Natur. Hist. of the United States. Vol. V. December 1864.)
5. BARROIS, J., Embryogénie de l'Asteriscus verruculatus. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. par ROBIN et POUCHET. 1879. p. 1 (Separatabdruck, 8 Seiten mit 2 Tafeln).
6. BAUR, ALBERT, Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta digitata. Drei Abhandlungen. Zweite Abhandl.: Metamorphose und Entwicklung der Synapta digitata. Dresden 1864. Auch in: Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. Vol. XXXI. Dresden 1864.
7. BENEDEN, P. J. VAN, Sur deux larves d'Echinodermes de la côte de l'Ostende. Bull. Acad. roy. de Belgique. T. XVII. 1850. p. 508—515.
8. BERGH, R. S., Bidrag til Opfattelsen af Klevning og Kimbladdannelse hos Echiniderne. Vidensk. Meddelels. fra den naturh. Foren. i Kjøbenhavn 1879—80. p. 255—264.
9. BUSCH, W., Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851.
10. CUVIER, G., Mémoire sur la structure interne et externe des animaux auxquels on a donné le nom des Vers. Décades philos., litt. et polit. T. V, an III (= 1795). p. 385. (Auch in: Malacozoologische Blätter. XXV. 1878. p. 37.)
11. DESOR, E., Über die Entwicklung der Asterien. MÜLLER's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1849. p. 79—88. Taf. II, Fig. 1—12 (übersetzt aus: Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. 1848).

12. Duvernoy, Mémoire sur l'analogie de composition et sur quelques points de l'organisation des Échinodermes. Mém. de l'Acad. des scienc. de l'institut de France. T. XX. Paris 1849. p. 579—640. Pl. I—III.

13. Fol, H., Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. Genève 1879. Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XXVI.

14. Gaudry, Alb., Mémoire sur les pièces solides chez les Stellérides. Ann. scienc. nat. 3. sér. Zool. Paris 1851. p. 339—379. Pl. 12—16.

15. Giard, A., Particularités de reproduction de certains Echinodermes en rapport avec l'éthologie de ces animaux. Bulletin scientifique du département du nord. 2 Sér. 1 Année. Nr. 11. p. 296—304. 1878.

16. Götte, Al., Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Comatula mediterranea. Archiv f. mikrosk. Anat. XII. 1876. p. 583—648. Taf. XXV—XXVIII.

17. —— Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Echinodermen. Zoolog. Anzeiger. III. Jahrgang. 1880. Nr. 59. p. 324—326.

18. Greeff, R., Über den Bau und die Entwicklung der Echinodermen. Dritte Mittheilung. Sitzungsber. d. Gesellsch. z. Beförder. d. ges. Naturwissensch. zu Marburg 1872. Nr. 11. p. 158—172.

19. —— Vierte Mittheilung. Ebendort. 1876. Nr. 1. p. 34—37.

20. —— Sechste Mittheilung. Ebendort. 1879. Nr. 4. p. 47—52.

21. Haeckel, E., Die Kometenform und der Generationswechsel der Echinodermen. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXX, Supplem. p. 424—445. Taf. XX.

22. Hatschek, B., Über Entwicklungsgeschichte von Teredo. Arbeiten aus dem zoologischen Institut der Universität Wien. 1880. Bd. III. p. 1—44. Taf. I—III.

23. Hensen, V., Über eine Brachiolaria des Kieler Hafens. Archiv f. Naturgesch. 1863. p. 242—246. Nachtrag dazu. Ebendort. p. 363—364.

24. Hertwig, O., Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morphol. Jahrb. I. 1875. p. 347—434. Taf. X bis XIII.

25. Huxley, Th. H., Report upon the Researches of Prof. Müller into the Anatomy and Development of the Echinoderms. Ann. and Mag. Nat. Hist. 2 Ser. Vol. VIII. 1851. p. 1—19. Pl. I.

26. Kowalevsky, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien. Mém. de l'Acad. Impér. de St.-Pétersbourg. 7. Sér. T. XI. No. 6. St.-Pétersbourg 1867.

27. Krohn, A., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Seeigellarven. Heidelberg 1849.

28. —— Über die Entwicklung einer lebendig gebärenden Ophiure. Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1851. p. 338—343. Taf. XIV, Fig. 1.

29. —— Über einen neuen Entwicklungsmodus der Ophiuren. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1857. p. 369—375. Taf. XIV *B*.

30. Lacaze-Duthiers, H. de, Sur une forme nouvelle et simple du proembryon des Échinodermes (Stellérides, Asteriscus verruculatus M. et Tr.). Comptes rendus. T. 78. Paris 1874. p. 24—30. (Auch in: Archives de zool. expér. et gén. T. III. 1874. p. 18—23.)

31. Lovén, S., Etudes sur les Echinoidées. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar. Bdt. 11. Nr. 7. Stockholm 1875.

32. Ludwig, H., Beiträge zur Anat. der Crinoideen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVIII. 1877. p. 255—353. Taf. XII—XIX. (Auch in: Morphol. Stud. an Echinodermen. Bd. I. p. 1—100.)

33. —— Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXIX. 1877. p. 47—76. Taf. V—VI. (Morphol. Stud. Bd. I. p. 101—130.)

34. —— Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX. 1877. p. 99—162. Taf. V—VIII. (Morphol. Stud. Bd. I. p. 150—212.)

35. —— Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI. 1878. p. 346—394. Taf. XXIV—XXVII. (Morphol. Stud. Bd. I. p. 241—289.)

36. —— Über die Genitalorgane der Asterina gibbosa. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI. 1878. p. 395—400. Taf. XXVIII. (Morphol. Stud. Bd. I. p. 290—295.)

37. —— Das Mundskelett der Asterien und Ophiuren; kritische und ergänzende Bemerkungen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXII. 1879. p. 672—688. (Morph. Stud. Bd. II. p. 1—16.)

38. —— Neue Beiträge zur Anatomie d. Ophiuren. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIV. 1880. p. 333—365. Taf. XIV—XVI. (Morphol. Stud. Bd. II. p. 57—89.)

39. —— Über den primären Steinkanal der Crinoideen, nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXIV. 1880. p. 310—332. Taf. XII—XIII. (Morphol. Stud. Bd. II. p. 34—56).

40. —— Über eine lebendig gebärende Synaptide und zwei andere neue Holothurienarten der brasilianischen Küste. Archives de Biologie. Vol. II. 1881. p. 41—68. Pl. III.

41. —— Zur Entwicklungsgeschichte des Ophiurenskelettes. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XXXVI. 1881. p. 181—200. Taf. X—XI. (Morphol. Stud. Bd. II. p. 91—110.)

42. Metschnikoff, El., Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. Mit 12 Taf. Mém. de l'Acad. Impér. de St.-Pétersbourg. 7 sér. T. XIV. No. 8. St.-Pétersbourg 1869.

43. Müller, Joh., Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Sieben Abhandlungen. Berlin 1848—1855. — I. Über die Larven und die Metamorphose der Ophiuren und Seeigel. Abhandl. d. k. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1846. Berlin 1848. Mit 7 Tafeln.

44. —— II. Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Ebendort, aus dem Jahre 1848. Berlin 1849. Mit 5 Tafeln.

45. —— III. Über die Larven und die Metamorphose der Holothurien. Ebendort, aus d. Jahre 1849. Berlin 1850. Mit 7 Tafeln.

46. —— IV. Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Ebendort, aus d. Jahre 1850. Berlin 1852. Mit 9 Tafeln.

47. —— V. Über die Ophiurenlarven des adriatischen Meeres. Ebendort, aus d. Jahre 1851. Berlin 1852. Mit 8 Tafeln.

48. —— VI. Über den allgemeinen Plan in der Entwicklung der Echinodermen. Ebendort, aus d. Jahre 1852. Berlin 1853. Mit 8 Tafeln.

49. —— VII. Über die Gattungen der Seeigellarven. Ebendort, aus d. Jahre 1854. Berlin 1855. Mit 9 Tafeln.

50. Philippi, R. A., Neue Seesterne aus Chile. Archiv f. Naturgesch. 1870. Bd. I. p. 268—275. Taf. III, Fig. *a*—*c*.

51. Sars, M., Über die Entwicklung der Seesterne. Archiv f. Naturgesch. 1844. Bd. I. p. 169—178. Taf. VI, Fig. 1—22.

52. Sars, M., J. Koren und D. C. Danielssen, Fauna littoralis Norvegiae. I. Christiania 1846. II. Bergen 1856.
53. —— Geologiske og zoologiske Jagttagelser, anstillede paa en Reise i en Deel of Trondhjems Stift i Sommeren 1862. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. XII. Christiania 1863. p. 253—540.
54. Schneider, A., Über die Entwicklung der Echinodermen. Sitzungsber. der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin im Jahre 1869. Berlin 1870. p. 1.
55. Schultze, M., Über die Entwicklung von Ophiolepis squamata, einer lebendig gebärenden Ophiure. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. p. 37 bis 46. Taf. I.
56. Selenka, E., Zur Entwicklung der Holothurien (Holothuria tubulosa und Cucumaria doliolum). Ein Beitrag zur Keimblättertheorie. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 155—178. Taf. IX—XIII.
57. —— Zoologische Studien. I. Befruchtung des Eies von Toxopneustes variegatus. Ein Beitrag zur Lehre von der Befruchtung und Eifurchung. Mit 3 Tafeln. Leipzig 1878.
58. —— Keimblätter u. Organanlage d. Echiniden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIII. 1879. p. 39—54. Taf. V—VII.
59. Semper, C., Reisen im Archipel der Philippinen. II, 1. Holothurien. Leipzig 1868.
60. Siebold, C. Th. E. von, Zur Anatomie der Seesterne. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1836. p. 291—297. Taf. X, Fig. 14—18.
61. Studer, Th., Über Geschlechtsdimorphismus bei Echinodermen. Zoolog. Anzeiger 1880. Nr. 67 u. 68. p. 523—527, 543—546.
62. Thomson, W., On the Embryology of the Echinodermata. I. Natural History Review 1863. Part II. Ebendort 1864. (Part II ist mir nicht zugänglich.)
63. —— On the Embryogeny of Antedon rosaceus. Philosoph. Transact. London. Vol. 155. 1865. p. 513—544. Pl. XXIII—XXVII.
64. Viguier, C., Anatomie comparée du squelette des Stellérides. Archiv. Zool. expérim. et génér. T. 7. 1879. p. 32—250. Pl. V—XVI.

Erklärung der Abbildungen.

Liste der allgemein gültigen Bezeichnungen (alphabetisch geordnet).

A1, erstes Ambulacrale;
A2, zweites Ambulacrale;
Ad1, erstes Adambulacrale;
Ad2, zweites Adambulacrale;
Bl, Anlage des Blutgefäßsystemes;
C, Centrale;
D, Darm;

EC, Enterocoel;
Ect, Ektoderm;
Eh, Eihülle;
Ent, Entoderm;
Gm, Gastrulamund;
HC, Hydrocoel;
IA, Interambulacrale;
Im, intermediäre Platten;
JR_1, JR_2, JR_3, JR_4, JR_5, erstes bis fünftes Interradiale;
lEC, linke Enterocoeltasche;
Lm, Larvenmund;
Ls, Larvenschlund;
M, Mesenterium;
Ms, Mesoderm;
P, Rückenporus;
rEC, rechte Enterocoeltasche;
Ss, Seesternschlund;
St, Steinkanal;
T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, erstes bis fünftes Terminale. —
Mit *1*, *2*, *3*, *4*, *5* sind die Hydrocoelbuchten und ambulacralen Armanlagen, mit *I*, *II*, *III*, *IV*, *V* sind die antiambulacralen Armanlagen bezeichnet.
Zur leichteren Orientirung ist an den meisten Figuren das: oben, unten, rechts, links, vorn, hinten, angegeben durch Buchstaben, die ohne Hinweisungsstriche an den Figuren stehen; es bedeutet *O*, oben, *U*, unten, *V*, vorn, *H*, hinten, *L*, links, *R*, rechts, *VL*, vorn links, *HU*, hinten unten etc. Ferner sind zum leichteren Verständnis der Figuren einzelne Haupttheile in bestimmten Farbentönen gehalten:
Blau = Wassergefäßsystem und seine Anlage;
Roth = Blutgefäßsystem;
Gelbbraun = Darm.

Sämmtliche Abbildungen beziehen sich auf Asterina gibbosa. Die feine Wimperung der Körperoberfläche ist nur in Fig. 15 angedeutet, sonst weggelassen. Auch das Larvenorgan ist in den meisten Figuren weggelassen. Alle Abbildungen, deren Vergrößerung 110/1 oder mehr beträgt, sind mit der Camera gezeichnet.

Tafel I.

Fig. 1. Ein Weibchen während der Eiablage mit zwei die Eier befruchtenden Männchen.

Fig. 2—9. Furchungsstadien des ersten Tages.

Fig. 2. Drei Furchungszellen sind gebildet; die beiden Zellen *I*, *1* sind aus der Theilung der oberen der beiden ersten Furchungszellen entstanden; *II* die untere etwas größere der beiden ersten Furchungszellen.

Fig. 3. Auch die untere der beiden ersten Furchungskugeln hat sich in die beiden Zellen *II*, *1* getheilt, von denen in der Figur nur die eine zu sehen ist, während die zweite hinter dieser liegt.

Fig. 4. Dasselbe Stadium, etwas nach links gedreht um alle vier Zellen zu zeigen.

Fig. 5. Dasselbe Stadium um eine quere Achse so gedreht, dass man von oben auf die beiden Zellen *I, 1* blickt.

Fig. 6. Dasselbe Stadium um dieselbe Achse so gedreht, dass man von unten auf die beiden Zellen *II, 1* blickt.

Fig. 7. Das vierzellige Stadium in einem späteren Zeitpunkte als in Fig. 3, 4, 5 und 6. Die Orientirung ist dieselbe wie in Fig. 3.

Fig. 8. Achtzelliges Furchungsstadium in derselben Orientirung wie Fig. 3 u. 7. *I, 2* die aus den beiden Zellen *I, 1* des vierzelligen Stadiums hervorgegangenen Zellen. *II, 2* die aus den beiden Zellen *II, 1* des vierzelligen Stadiums hervorgegangenen Zellen.

Fig. 9. Sechzehnzelliges Furchungsstadium. Die aus der Theilung der Zellen *I, 2* des vorigen Stadiums entstandenen Zellen sind mit *I, 3*, die aus der Theilung der Zellen *II, 2* des vorigen Stadiums entstandenen Zellen sind mit *II, 3* bezeichnet. Das Ei ist im Vergleiche mit Fig. 8 so aufgestellt, dass es aus der Stellung in Fig. 8 um eine von oben nach unten gehende Achse nach rechts (oder links) um 90° gedreht ist.

Fig. 10. Durchschnitt durch die aus etwa 32 Zellen gebildete Blastula.

Fig. 11. Längsschnitt durch die eben gebildete Gastrula am zweiten Tage. *Gm*, der Gastrulamund.

Fig. 12. Dasselbe Stadium; man blickt auf den anfänglich weiten Gastrulamund.

Fig. 13. Beginn der Verengerung und Verschiebung des Gastrulamundes. Der obere Rand des Gastrulamundes legt sich lippenförmig über die Mundöffnung.

Fig. 10—13. Die Eihülle, welche in diesen Stadien noch ebenso wie vorher den Embryo umgiebt, ist in den Abbildungen weggelassen.

Fig. 14. Älteres Gastrulastadium, dessen Mundöffnung bedeutend verengt ist.

Fig. 15. Dasselbe Stadium wie Fig. 14 im Längsschnitt.

Fig. 16, 17, 18. Soeben ausgeschlüpfte Larve, vierter Tag.

Fig. 16. Ansicht von hinten.

Fig. 17. Ansicht von vorn.

Fig. 18. Ansicht von der rechten Seite.

Fig. 19. Gastrula, etwas älter als die in Fig. 15. Der Gastrulamund beginnt sich dem unteren Pole mehr und mehr zu nähern. *a*, die Übergangsstelle des cylindrischen Theiles des Gastruladarmes in den blasenförmigen. 140/1.

Fig. 20. Gastrula vom dritten Entwicklungstage. Der blasenförmige Theil des Gastruladarmes beginnt links und rechts von seiner Übergangsstelle in den cylindrischen Theil eine nach unten gerichtete Aussackung zu bilden. *a*, die beginnende Aussackung an der linken Seite. 140/1.

Fig. 21. Gastrula vom gleichen Tage wie die vorige. Die Bildung der Enterocoeltaschen ist schon etwas weiter vorgeschritten. *a*, wie in Fig. 20. 140/1.

Fig. 22. Gastrula vom vierten Tage, kurz nach dem Ausschlüpfen. Längsschnitt, der von oben und etwas hinten nach unten und vorn geht, so dass der Gastrulamund in die Schnittebene fällt. Linke und rechte Enterocoeltasche sind gebildet. 140/1.

Tafel II.

Fig. 23. Dasselbe Stadium von der linken Seite. *Lm*, die zum Larvenmunde werdende Ektodermeinstülpung. 140/1.

Fig. 24. Dasselbe Stadium von der rechten Seite. 140/1.

Fig. 25. Ansicht einer Larve vom fünften Tage von vorn und links gesehen. Im

Vergleich zu den meisten anderen Larven des gleichen Alters ist hier die Bildung der Hydrocoeltasche, *HC*, so wie die Anlage des Rückenporus, *P*, verfrüht aufgetreten; in so fern ist diese Larve abnorm. *a*, die Stelle des späteren Larvenmundes, hier verdeckt durch den Kontur des vorderen Kopflappens; *b*, Übergangsstelle des Gastruladarmes in das Enterocoel; *c*, Stelle des schon verschlossenen Gastrulamundes, dieser Verschluss ist ebenfalls im Vergleich mit anderen gleichalterigen Larven etwas verfrüht; *EC*, das Enterocoel des Larvenorganes. 140/1.

Fig. 26. Normale Larve vom Anfange des fünften Tages, von der linken Seite gesehen. *a*, Abschnürungsstelle des Gastruladarmes von dem Enterocoel; *b*, Stelle des an dem konservirten Exemplare schon nicht mehr deutlichen erkennbaren Gastrulamundes. Die linke Enterocoeltasche ist schon beträchtlich nach unten gerückt. 140/1.

Fig. 27. Querschnitt durch den unteren Körpertheil einer Larve des Stadiums Fig. 26. 140/1.

Fig. 28. Ansicht desselben Entwicklungsstadiums von unten. 140/1.

Fig. 29. Längsschnitt durch eine Larve vom Ende des vierten Tages, an welcher der Darm noch in offener Verbindung, *a*, mit dem Enterocoel ist. 140/1.

Fig. 30. Längsschnitt durch eine etwas ältere Larve vom Anfange des fünften Tages. Darm und Enterocoel haben sich vollständig von einander abgeschnürt bei *a*. 140/1.

Fig. 31. Larve vom siebenten Tage, von der linken Seite. Der Darm, dessen Lage angedeutet ist, ist aus der aufgeschnittenen Larve herausgefallen, so dass das in dieser Ansicht hinter dem Darme gelegene Mesenterium *M* sichtbar geworden ist. Der Pfeil bedeutet die Kommunikation zwischen dem Enterocoel des Larvenorgans mit dem den Darm umgebenden Enterocoel. 140/1.

Fig. 32. Eine Larve desselben Stadiums von vorn gesehen. Auch hier ist der Darm nur seinem Umrisse nach angedeutet; derselbe liegt in dieser Ansicht vor dem Mesenterium, verdeckt dasselbe also. Letzteres ist aber scharf ausgezeichnet, um seinen Verlauf deutlich zu machen. 140/1.

Fig. 33, 34, 35. Verschiedene Ansichten einer sechs Tage alten Larve. 60/1.

Fig. 33. Von der linken Seite. *a*, das Larvenorgan; *b*, dessen vorderer, *c*, dessen hinterer Lappen (Kopflappen); *d*, die buckelförmige Erhebung auf der Kriechfläche des Larvenorganes.

Fig. 34. Ansicht von links und vorn. *b*, *c*, wie in Fig. 33.

Fig. 35. Das Larvenorgan von seiner oberen Fläche (der Kriechfläche) betrachtet. *d*, wie in Fig. 33.

Fig. 36. Larve vom sechsten Tage, von links gesehen. Das Hydrocoel ist fünfbuchtig geworden; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, die fünf Buchten des Hydrocoels. Die Insertionslinie des durch den Darm verdeckten rechts gelegenen Mesenteriums ist durchschimmernd gezeichnet. Die Pfeile bedeuten die Verbindung des Hydrocoels und des den Darm umgebenden Enterocoels mit dem Enterocoel des Larvenorganes. 140/1.

Fig. 37. Ansicht einer Larve vom siebenten Tage vom unteren Körperpol aus gesehen. Die dem Beschauer zugekehrte Körperwand ist abgehoben gedacht. Verschiebung des Darmes in die rechte Körperhälfte der Larve. Man sieht von unten auf die zweite und dritte Hydrocoelbucht. 140/1.

Fig. 38. Eine Larve vom siebenten Tage bei hoher Einstellung des Mikroskopes. Das Hydrocoel ist nach oben anscheinend durch die Zellenlage bei *a* abgeschlossen, bei etwas tieferer Einstellung aber erkennt man die weite Kommunikation (durch

den Pfeil angedeutet) mit dem Enterocoel des Larvenorganes. *b*, Anlage eines Ambulacralstückes in dem unter der Hydrocoelbucht *4* gelegenen Mesoderm. *c*, ein von der Körperwand zum Darm hinüberziehender, übrigens in diesen Stadien nur selten und ohne regelmäßige Lagerung vorkommender Bindegewebsstrang. 140/1.

Tafel III.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind von Stadien des siebenten Tages.

Fig. 39. Ansicht einer Larve von hinten. *Ls*, der Larvenschlund; *Ss*, die nach dem Hydrocoel gerichtete, später zum Seesternschlunde werdende Darmausbuchtung. Der Rückenporus hat sich bei dieser Larve in abnorm früher Weise schon mit dem Steinkanal zu einem gegen das Enterocoel ganz abgeschlossenen Kanal vereinigt. 140/1.

Fig. 40. Dieselbe Larve, welche zur nächsten Abbildung (Fig. 41) gedient hat, in derselben Lagerung, also von hinten gesehen, jedoch bei tieferer Einstellung; optischer Schnitt. *St*, der Steinkanal; *Bl*, Anlage des Blutgefäßsystemes. Bei *a* ein bindegewebiger Strang, ähnlich dem in Fig. 38 *c*. 140/1.

Fig. 41. Dieselbe Larve wie in Fig. 40, ebenso aufgestellt, von außen. Bei hoher Einstellung werden von den Skelettanlagen nur *C*, JR_1, JR_2, JR_3, JR_4, T_5 und JR_5 sichtbar; sie liegen über der Ebene des Papiers. In der Ebene des Papiers liegen, bei etwas tieferer Einstellung sichtbar: T_1, T_3 und T_4. Noch tiefer, unter der Ebene des Papiers liegt T_2. 140/1.

Fig. 42. Eine durch einen Längsschnitt geöffnete Larve. Man blickt von vorn auf die Schnittfläche. Bei *a* die weite Kommunikationsöffnung zwischen dem Hydrocoel und dem Enterocoel des Larvenorganes; die beiden Pfeile deuten diese Kommunikation so wie auch diejenige des Rückenporus mit dem Enterocoel des Larvenorganes. 140/1.

Fig. 43. Die Form des Darmes in diesen Stadien, von der linken Seite gesehen. Die zur Bildung des Seesternschlundes bestimmte Ausbuchtung *Ss* zeigt schon eine dreilappige Gestalt. 140/1.

Fig. 44. Ansicht einer ganzen Larve schief von rechts und unten. Von den antiambulacralen Armanlagen sind vier (die Nr. *I* bis *IV*) dem Beschauer zugekehrt. 140/1.

Fig. 45. Die neben einander gelegenen inneren Öffnungen des Steinkanals und des Rückenporus, welche beide in das Enterocoel des Larvenorganes führen. Bei Pfeil *a* die innere Öffnung des Rückenporus; bei Pfeil *b* die innere Öffnung des Steinkanals. 220/1.

Fig. 46. Schnitt durch den dem Darm anliegenden und vom Entoderm des Enterocoels überkleideten Steinkanal. 220/1.

Fig. 47. Beginnende Abschnürung des Hydrocoels von dem Enterocoel des Larvenorganes. *a*, die die Abschnürung bewirkende Falte im Längsschnitte; *b*, die schon beträchtlich verengerte Verbindungsöffnung zwischen Hydrocoel und Enterocoel. Bei *St* die in das Hydrocoel führende Öffnung des Steinkanales. *Bl*, die durchschimmernde Blutgefäßanlage. 160/1.

Fig. 48. Längsschnitt dicht hinter der Vorderwand einer Larve. Bei *a* die Umschlagsstelle der Wandung des Enterocoels in die Wandung des Hydrocoels. Letzteres noch in weitem Zusammenhang mit dem Enterocoel. 140/1.

Fig. 49. Die Larve kehrt dem Beobachter ihre vordere, rechte, obere Seite zu. Optischer Schnitt. Das Hydrocoel ist, so weit es in und unter der Schnittfläche liegt, vom

Enterocoel abgeschnürt; über der Schnittfläche aber besteht noch, in der Richtung des Pfeiles, eine offene Verbindung. 140/1.

Fig. 50. Die Larve ist mit ihrem unteren Ende dem Beschauer zugekehrt. Durch einen Querschnitt ist die untere Körperpartie abgetragen und man blickt von unten in den Larvenkörper. *Bl'*, das blinde Ende der Anlage des oralen Blutgefäßringes; *Bl''*, der Übergang der Anlage des oralen Blutgefäßringes in die Anlage des neben dem Steinkanal verlaufenden centralen Blutgeflechtes. 140/1.

Tafel IV.

Die Figuren 51—55 beziehen sich auf Larven des siebenten Tages, die Figuren 56—63 auf Larven des achten Tages.

Fig. 51. Ansicht einer Larve von hinten; Längsschnitt. Bei *Ms* eine der Mesodermverdickungen zur Bildung der antiambulacralen Armanlagen. 140/1.

Fig. 52. Ansicht einer Larve von hinten und ein wenig von rechts; Längsschnitt. An den Hydrocoelbuchten Nr. *4* und *5*, auf welche man von hinten her blickt, bemerkt man die Anlage der ersten ambulacralen Skelettstücke. 140/1.

Fig. 53. Schnitt durch die dreilappige Anlage des Seesternschlundes. Mit *Ss'*, *Ss''* und *Ss'''* sind die drei Lappen bezeichnet. Derselbe Schnitt hat auch die Anlage des oralen Blutgefäßringes getroffen, der bei *Bl'* blindgeschlossen ist, bei *Bl''* aber übergeht in die Anlage des centralen Blutgefäßgeflechtes. Um die Lagebeziehung der drei Lappen der Anlage des Seesternschlundes zu den fünf Buchten des Hydrocoels = den Anlagen der fünf radiären Wassergefäße des Seesternes deutlich zu machen, ist der Kontur des Hydrocoels eingezeichnet. 140/1.

Fig. 54. Ansicht einer Larve von der rechten Seite. Die Körperwand, so weit sie dem Beschauer zugekehrt ist, ist weggenommen. In dem Mesenterium *M* die Anlage des centralen Blutgefäßgeflechtes *Bl''*. Bei *a* die vom Entoderm des Enterocoels überkleidete Mesodermplatte, welche sich an der Stelle des geschwundenen Larvenschlundes befindet. 140/1.

Fig. 55. Ansicht von hinten, nach Wegnahme der zugekehrten Körperwand. 140/1.

Fig. 56. Eine Larve von der linken Seite gesehen, nach dem Leben gezeichnet. 60/1.

Fig. 57. Eine eben solche kriechend; Ansicht von unten; gleichfalls nach dem Leben gezeichnet. 60/1. In beiden Figuren bedeutet *a* den vorderen, *b* den hinteren Kopflappen.

Fig. 58. Die obere Fläche des Larvenorganes von einer Larve, die etwas weiter entwickelt war als diejenige in Fig. 56 und 57. 140/1.

Fig. 59, 60, 61. Drei von oben nach unten auf einander folgende Querschnitte durch die in Fig. 58 von oben gezeichnete Larve. 140/1.

Fig. 59. Schnitt durch die Basis des Larvenorganes. Bei *a* und *b* der Seitenkontur des über der Schnittfläche gelegenen Larvenorganes. In der Mitte das vom Entoderm ausgekleidete Enterocoel des Larvenorganes. 140/1.

Fig. 60. Der Schnitt hat die verengte Verbindungsstelle zwischen dem Enterocoel des Larvenorganes und dem Hydrocoel getroffen. 140/1.

Fig. 61. Der Schnitt hat den Steinkanal getroffen.

Fig. 62. Ein etwas weiter als die in Fig. 56 gezeichnete Larve entwickeltes Stadium von der linken Seite gesehen. 85/1.

Fig. 63. Dasselbe Stadium von der rechten Seite. 85/1. Beide Figuren nach dem Leben gezeichnet.

Tafel V.

Fig. 64. Ansicht einer Larve vom achten Tage von der rechten Seite, nach Wegnahme der dem Beschauer zugekehrten Körperwand und bei stärkerer Vergrößerung um den rechts neben der Skelettanlage *JR5* (Anlage der Madreporenplatte) und im Mesenterium *M* gelegenen Blutraum *Bl* zu zeigen. 220/1.

Fig. 65. Längsschnitt durch eine Larve vom achten Tage, der so geführt ist, dass er die erste Hydrocoelbucht und den Rückenporus getroffen hat. Man blickt von vorn auf die Schnittfläche. 140/1.

Fig. 66. Larve vom Anfange des neunten Tages, von der linken Seite gesehen. Nach dem Leben gezeichnet. 85/1.

Fig. 67. Dieselbe Larve von vorn. 85/1.

Fig. 68. Dieselbe Larve von der rechten Seite. 85/1.

Fig. 69. Eine Larve vom Ende des achten Tages, von vorn gesehen. 140/1.

Fig. 70. Dieselbe Larve von unten. 140/1.

Fig. 71. Schnitt durch die Wand des Larvenorganes. 220/1.

Fig. 72. Eine Larve vom Ende des achten Tages von hinten und ein klein wenig von links betrachtet; Larve durch einen optischen Längsschnitt geöffnet gedacht. 220/1.

Fig. 73. Optischer Schnitt durch die Larve vom Ende des achten Tages in derselben Orientirung wie Fig. 69. Die Hydrocoelbucht *1* rückt unter dem Larvenmunde nach rechts hinüber. Verkrümmung des Darmes. Das Hydrocoel steht noch in weiter Verbindung mit dem Enterocoel des Larvenorganes. 140/1.

Fig. 74. Ähnliche Ansicht eines anderen Exemplares. Der obere Theil des Bildes ist bei etwas tieferer Einstellung gezeichnet, so dass die Hydrocoelbucht Nr. *2* nicht mehr vom Schnitte getroffen ist. Darmverkrümmung noch deutlicher als in Fig. 73. So weit das Hydrocoel in die Schnittebene fällt, ist es nach oben abgeschlossen. 140/1.

Tafel VI.

Fig. 75. Die Larve der Fig. 70 in derselben Lage, durch einen optischen Querschnitt von unten geöffnet. Bei *a* die sich später schließende Öffnung von Rückenporus und Steinkanal in das Hydrocoel. 140/1.

Fig. 76. Aus einem Schnitt durch eine neuntägige Larve. Der Schnitt ist ähnlich geführt wie in Fig. 77 und 78. *a*, die den zukünftigen Wassergefäßring vom Enterocoel trennende Wand; *b*, der Enterocoelraum, welcher die Anlage des Seesternschlundes umgiebt; *c*, die proximalen Füßchenanlagen; *d*, der spätere Wassergefäßring. 220/1.

Fig. 77. Larve vom neunten Tage, durch einen an der linken Seite dicht unter der Oberfläche geführten Schnitt geöffnet, um die Form der Hydrocoelbuchten, deren anfänglich ungleiche Entwicklung und die Anlagen der ersten und zweiten Ambulacralstücke des Skelettes zu zeigen. 140/1.

Fig. 78. Ein ähnlicher Schnitt durch eine etwas ältere Larve, in welcher auch die Hydrocoelbucht Nr. *5* dreilappig geworden ist. *a*, die Anlage des Fühlers; *b*, die Anlage eines proximalen (ersten) Ambulacralfüßchens; *c*, die Anlage eines distalen (zweiten) Füßchens. 140/1.

Fig. 79, 80, 81. Eine Larve vom zehnten Tage; ungefähr 85/1.

Fig. 79. Von der rechten Seite gesehen.

Fig. 80. Von vorn gesehen.

Fig. 81. Von links und ein wenig von vorn gesehen. Alle drei Figuren nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 82. Nahe der Oberfläche gelegener Schnitt durch Steinkanal und Anlage des centralen Blutgefäßgeflechtes von einer Larve des neunten Tages. 220/1.

Fig. 83. Ein Schnitt, der parallel aber etwas tiefer als der vorige liegt; die ambulacrale Armanlage Nr. 5 ist durch den Schnitt getroffen. a, die Anlagen des proximalen Füßchenpaares. 220/1.

Fig. 84. Larve vom Ende des neunten Tages, vom Rücken des jungen Seesternes aus betrachtet. Die Rückenwand des jungen Seesternes ist durchsichtig gedacht, so dass man die fünf Buchten des Darmes erblickt. Die elf in der Rückenhaut des jungen Sternes gelegenen Skelettanlagen sind eingezeichnet. a, das reducirte Larvenorgan. 140/1.

Fig. 85. Eine Larve vom siebenten Tage. Man blickt von rechts auf die Larve, in deren Körperwand die Skelettanlagen eingezeichnet sind. Angedeutet ist in der Tiefe die Lage des Darmes und des Hydrocoels. 140/1.

Fig. 86. Larve vom zehnten Tage; die Larve besitzt noch ein großes Larvenorgan. Man blickt von rechts auf den Larvenkörper und zwar auf eine ganz in der Tiefe liegende Schnittfläche, welche das fünfbuchtige und mit dem Enterocoel des Larvenorgans noch in Verbindung stehende Hydrocoel getroffen hat. Darüber ist mit einer einfachen Linie der Kontur des Larvenkörpers angegeben mit seinen fünf schwachen Vorwölbungen, welche den antiambulacralen Armanlagen entsprechen. Die Abbildung soll die Lagebeziehung der fünf antiambulacralen Armanlagen zu den fünf ambulacralen Armanlagen erläutern. 140/1.

Fig. 87. Eine gleiche Larve wie in der vorigen Figur in der Ansicht von der linken Seite. Der optische Schnitt hat die Hydrocoelbuchten Nr. 1 und 2 getroffen; die übrigen Hydrocoelbuchten liegen über der Ebene des Schnittes. Die Lage der Blutgefäßanlage unterhalb der Anlage des Seesternschlundes wird besonders deutlich. 140/1.

Tafel VII.

Fig. 88. Eine ähnliche Larve von hinten und links. Hydrocoelbucht Nr. 5 ist durch den optischen Schnitt der Länge nach getroffen; die Hydrocoelbuchten Nr. 1 und 5 liegen über der Schnittfläche. a, proximales Füßchen; b, distales Füßchen. 140/1.

Fig. 89. Dieselbe Larve, welcher Fig. 87 entnommen ist; Ansicht von vorn. Die optische Schnittebene geht durch die Hydrocoelbuchten Nr. 1 und 5. a, b wie in Fig. 88. 140/1.

Fig. 90. Querschnitt durch eine ähnliche Larve; Ansicht von unten. Die beiden ambulacralen Armanlagen Nr. 2 und 3 sind quer zu ihrer Längsachse getroffen. Nach innen von den Anlagen der radiären Wassergefäße liegen die jungen Ambulacralstücke. 140/1.

Fig. 91. Ein junger Seestern nach Reduktion des Larvenorganes a vom Ende des zehnten Tages. Ansicht von der Mundseite des jungen Sternes. Mund des Sternes noch nicht gebildet. 140/1.

Fig. 92. Die Larve der Fig. 86 bei hoher Einstellung. Lage der Larve dieselbe wie in Fig. 86. 140/1.

Fig. 93. Dieselbe Larve in gleicher Lage bei mittlerer Einstellung. 140/1.

Fig. 94. Junger Seestern vom zehnten Tage, vom Rücken gesehen. a, das

Larvenorgan; Pfeil *l* Interradius des Larvenorganes; Pfeil *m* Interradius der Madreporenplatte. 140/1.

Fig. 95. Ein dicht unter der Bauchfläche eines jungen Seesternes vom elften Tage geführter Schnitt. Der Wassergefäßring ist noch nicht geschlossen. Bei *a* die beiden Aussackungen der Enden des Wassergefäßbogens, welche sich im nächsten Stadium vereinigen und so den Ring des Wassergefäßsystemes schließen. Durch den Schnitt ist auch der hier noch deutlich dreibuchtige, aber nach außen noch blindgeschlossene Seesternschlund getroffen. Pfeil *l* und Pfeil *m* wie in Fig. 94. 140/1.

Fig. 96. Von einem dreizehn Tage alten Seesterne. Äußere Ansicht der Weichtheile eines Radius. *N*, Anlage des Nervenringes; *rN*, Anlage des radiären Nerven; F_1, erstes, F_2, zweites Füßchenpaar; *F*, Fühler; *B*, Bulbus an der Basis des Fühlers, der später die Augen trägt. 220/1.

Fig. 97. Dasselbe Präparat wie Fig. 96 bei tieferer Einstellung. Mit blau sind die Umrisse des Wassergefäßsystemes angegeben. In der Tiefe die ersten und zweiten Ambulacralstücke und die Terminalplatte. In dem Interradius rechts ist auch die Lage einer der fünf unpaaren Interambulacralplatten *JA* angegeben. Bei *a* der untere Quermuskel der ersten Ambulacralstücke; *Wr*, der Wassergefäßring; F_1, F_2, *F*, die Wassergefäßzweige zu den Füßchen und in den Fühler. 220/1.

Fig. 98. Seestern vom sechzehnten Tage. Ansicht von der Bauchseite. Übersicht über die Anordnung der Skeletttheile. 110/1.

Tafel VIII.

Fig. 99. Derselbe Seestern. Ansicht von der Rückenseite. Übersicht über die Anordnung der Skeletttheile. *Af*, After. Die kleinen Kreise über den Skelettplatten bedeuten die Basalflächen der jungen Stachel. 110/1. In beiden Figuren haben die Pfeile *l* und *m* dieselbe Bedeutung wie in Fig. 94 und 95.

Fig. 100 *a*—*g*. Verschiedene Stadien aus der Entwicklungsgeschichte der Stachel. 500/1.

Fig. 101. Längsschnitt durch eine Larve vom fünften Tage. Bildung der Hydrocoeltasche an der linken Enterocoeltasche. Man sieht von vorn auf die Schnittfläche. 140/1.

Fig. 102. Längsschnitt durch eine Larve vom sechsten Tage; Ansicht von vorn. Das Hydrocoel hat sich nach unten vollständig vom linken Enterocoel abgeschnürt, steht aber nach oben in weiter offener Verbindung mit dem Enterocoel des Larvenorganes. Der Darm zeigt an seiner linken oberen Wand schon eine seichte Ausbuchtung, die erste Andeutung des späteren Seesternschlundes. Bei *x* die Stelle des Mesoderms, an welcher später die Anlage des Blutgefäßsystemes in Gestalt eines Spaltraumes sichtbar wird. 140/1.

Fig. 103. Eine gleiche Larve von hinten gesehen, optischer Schnitt. Man sieht, dass in dem hinteren Theile der linken Körperseite das linke Enterocoel noch ebenso wie früher, vor Abschnürung des Hydrocoels, mit dem Enterocoel des Larvenorganes in Zusammenhang steht. Der schiefe Verlauf des Mesenteriums ist deutlich zu erkennen. 140/1.

Fig. 104. Eine gleichalterige Larve von der linken Seite. Der hinter dem Hydrocoel gelegene Theil des Darmes ist durch punktirte Linien angedeutet. Der Rückenporus mündet in das Enterocoel. Das Hydrocoel ist schon fünfbuchtig geworden. 140/1.

Fig. 105. Eine gleiche Larve von der rechten Seite gesehen, um den Verlauf des Mesenteriums (vgl. auch Fig. 103) zu demonstriren. 140/1.

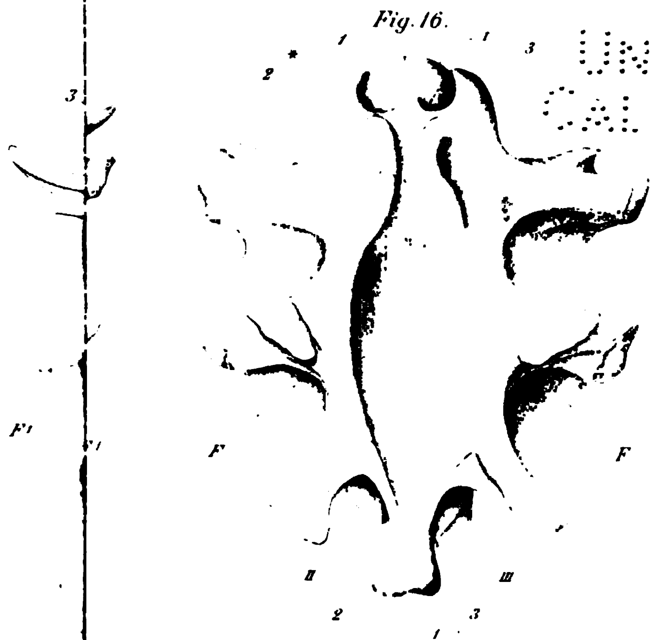
Fig. 106. Ein junger Seestern vom sechzehnten Tage, vom Rücken gesehen, ungefähr das gleiche Entwicklungsstadium wie in Fig. 98 und 99. Die Kalkplatten und jungen Armstachel sind genau eingezeichnet. *Af*, After; *F*, der über die Peripherie des Sternes vorragende Fühler; *S*, die jungen Stachel; Pfeil *l*, Interradius des Larvenorganes; Pfeil *m*, Interradius der Madreporenplatte, die den Porus noch nicht umwachsen hat. Die über dem Centrale und den Interradialien gelegenen Stachel sind nicht eingezeichnet. 140/1.

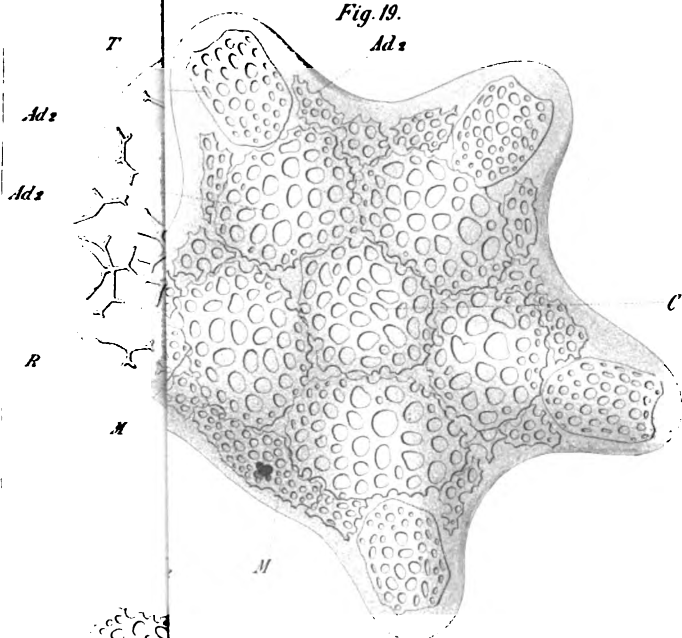
Fig. 107. Von einem 42 Tage alten Seesterne. Die Rückenwand ist durch einen Horizontalschnitt entfernt; man blickt vom Rücken her auf den dadurch geöffneten Seestern. Die verlängerten fünf radiären Darmbuchten beginnen an ihrer Spitze sich zu gabeln zur Bildung der fünf Paare von radiären Darmblindsäcken *rBs*. *Sp*, die fünf interbrachialen Septen; *M*, der Rest des Larvenmesenteriums, durch welchen das Septum im Interradius des Steinkanales anscheinend verdoppelt wird; *Bs*, der interradiäre Blindsack am Afterende des Darmes. 110/1.


Fig. 8.
1
2
F1
1
2
1


Fig. 9.
2
1
3
F
F
2
3
1


Fig. 12.
1
2
F
2


Fig. 16.
1
1
3
2
3
F1
F
F
II
III
2
3
1


Fig. 19.
Ad 2
T
Ad 2
Ad 2
C
R
M
M

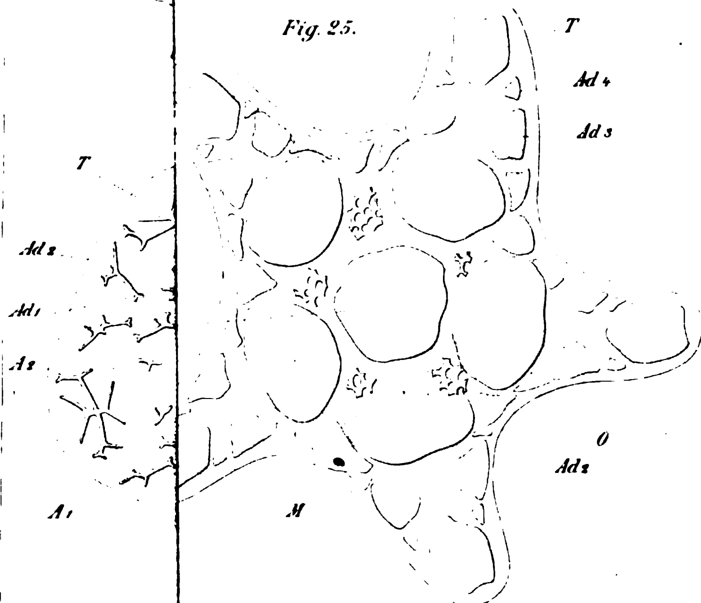

Fig. 25.
T
Ad 4
Ad 3
T
Ad 2
Ad 1
A 2
O
Ad 2
A 1
M

Fig. 21.

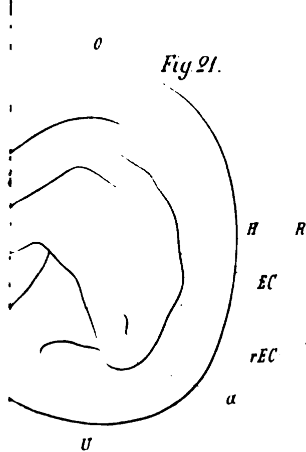


Fig. 22

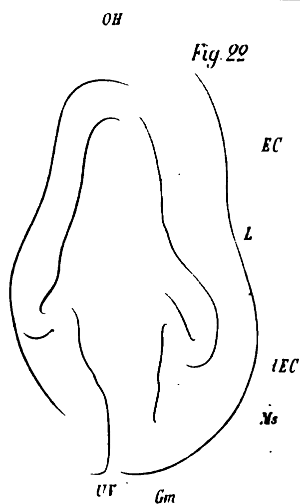


Fig. 6.

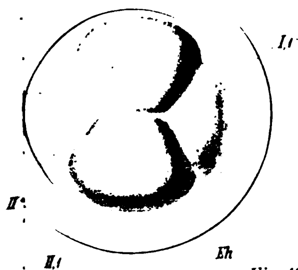


Fig. 7.

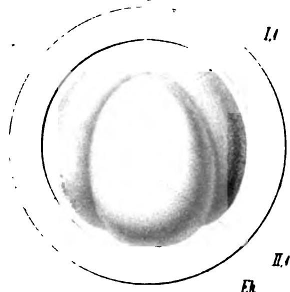


Fig. 12.



Fig. 17.

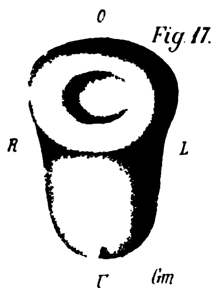
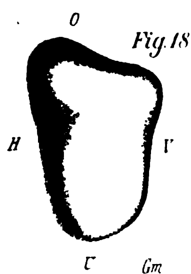
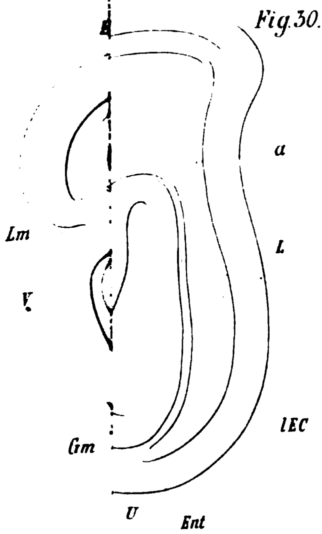
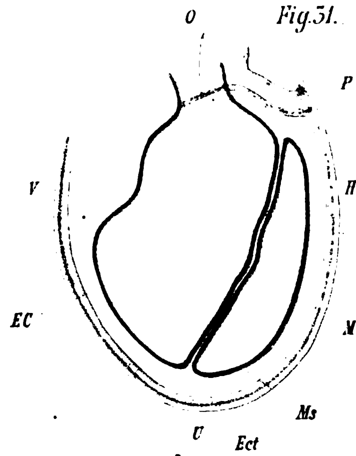
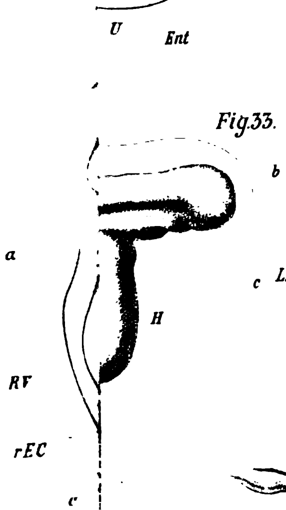


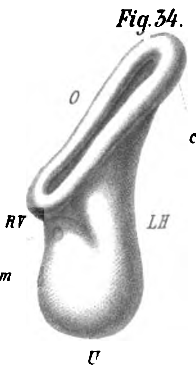
Fig. 18

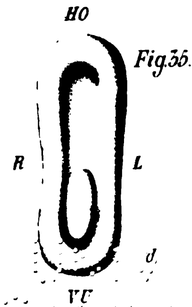


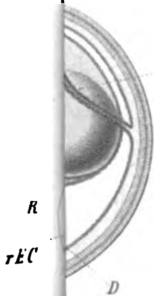

Fig. 30.
O
a
Lm
L
V
lEC
Gm
U
Ent

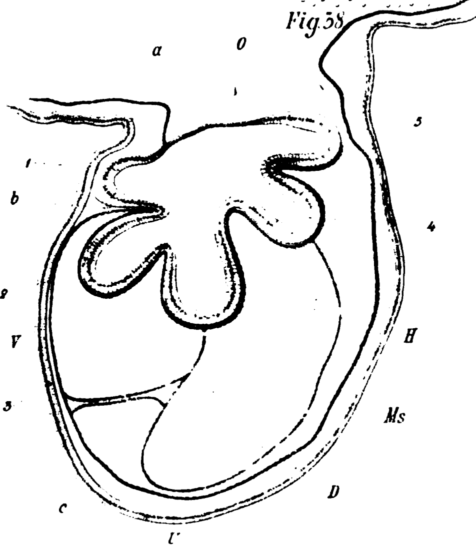

Fig. 31.
O
P
V
H
EC
M
Ms
U
Ect

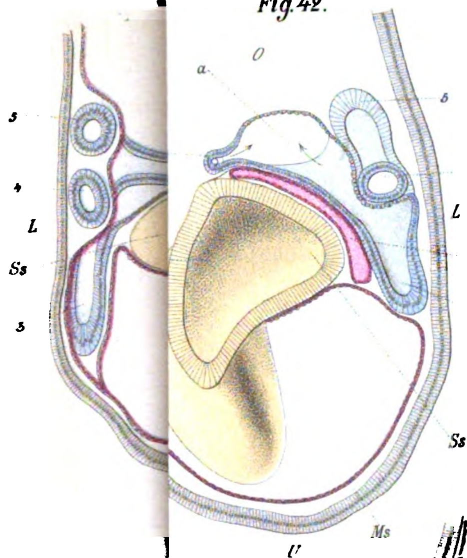

Fig. 33.
b
a
H
RV
rEC
c

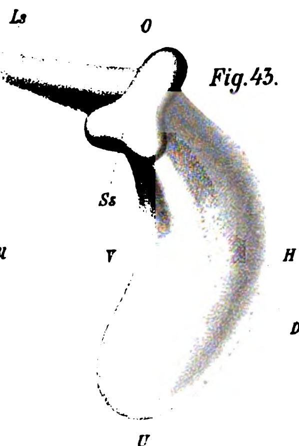

Fig. 34.
O
c
RV
LH
Lm
c
U

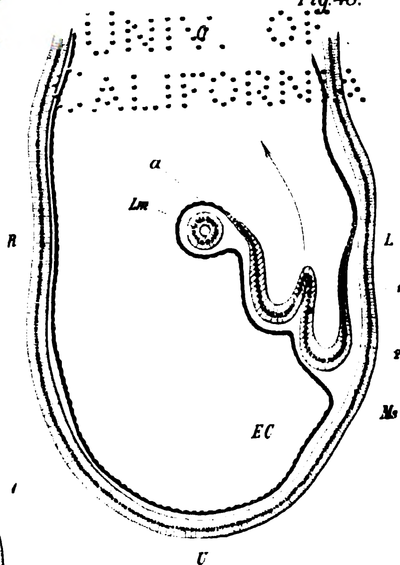

HO
Fig. 35.
R
L
d
VU


Fig. 37.
M
R
R
rEC
D


Fig. 38.
a
O
5
b
4
2
V
H
3
Ms
D
c
U


Fig. 42.
O
a
5
4
L
Ss
Bl
Ms
U


Fig. 43.
Ls
O
Ss
V
H
D
U


Fig. 48.
a
Lm
R
L
1
2
Ms
EC
U

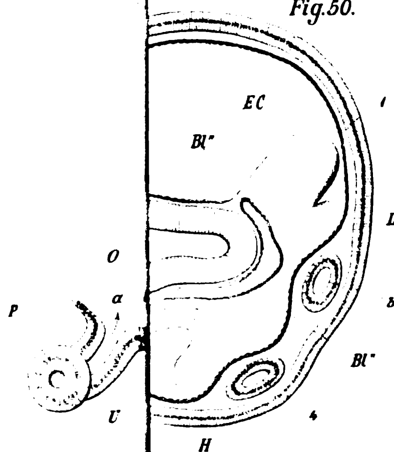
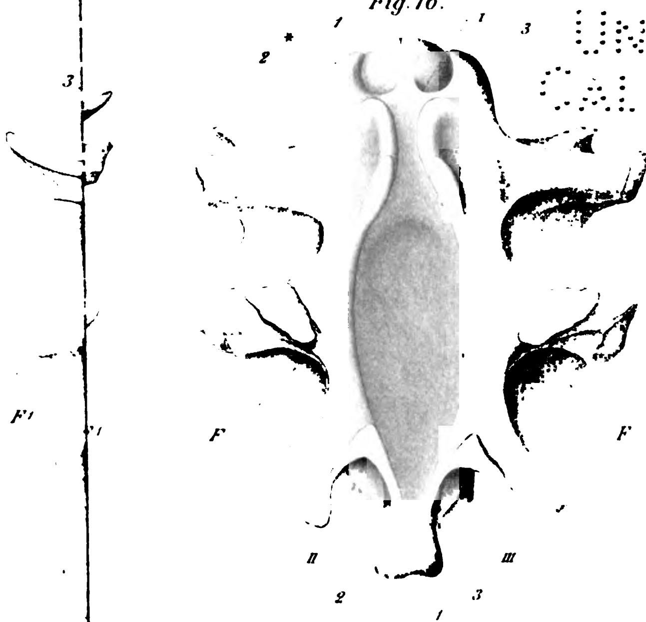
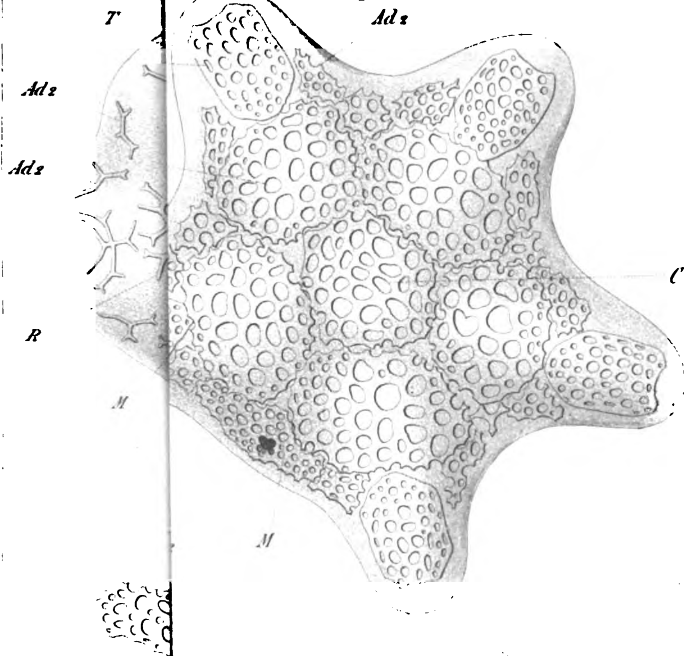

Fig. 50.
EC
Bl"
L
5
Bl"
4
H
O
a
P
U

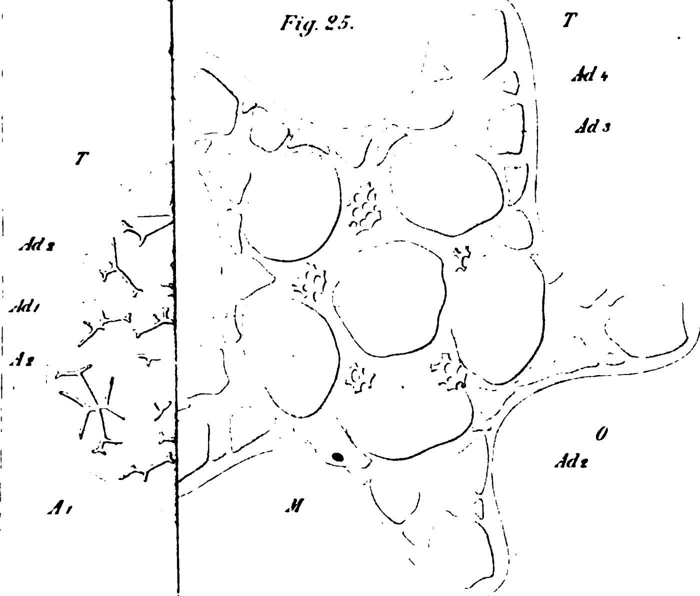

Fig. 8.
1
2
F'
2
1
1

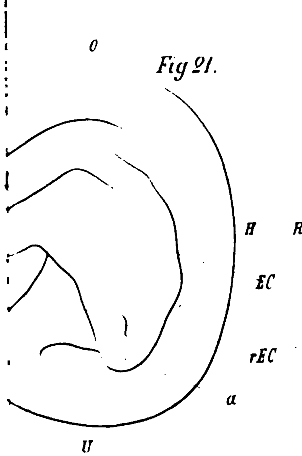

2
Fig. 9.
1
3
F
F
2
3
1

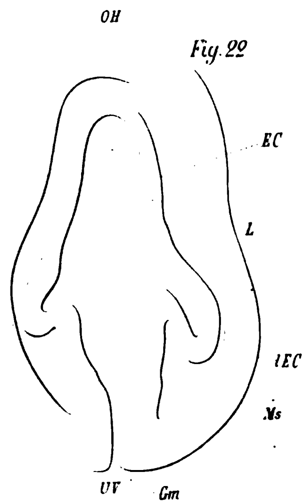

Fig. 12.
1
2
F
2

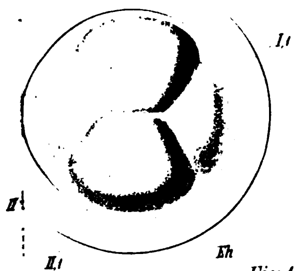

Fig. 16.
1
1
3
2
3
F
F
II
III
2
3
1


Fig. 19.
Ad 2
T
Ad 2
Ad 2
C
R
M
M


Fig. 25.
T
Ad 4
Ad 3
T
Ad 2
Ad 1
A 2
O
Ad 2
A 1
M


O
Fig. 21.
H
R
EC
rEC
a
U


OH
Fig. 22
EC
L
lEC
Ms
UV
Gm


Fig. 6.
I,t
II,t
Eh

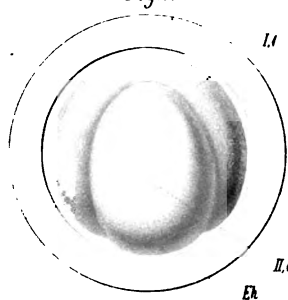
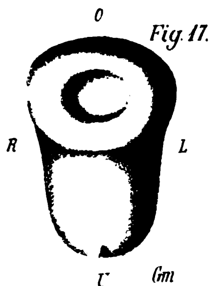
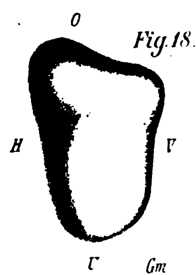
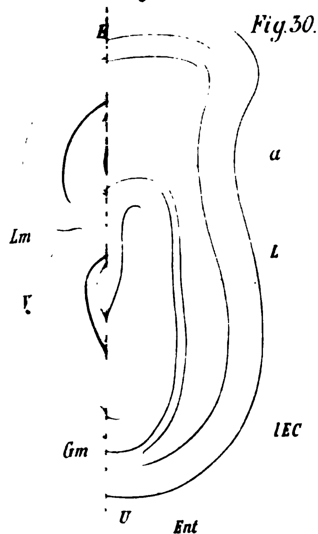
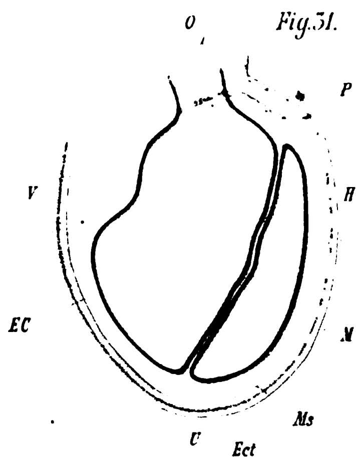

Fig. 7.
I,t
II,t
Eh

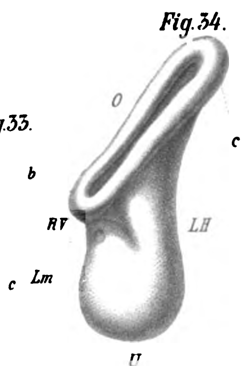

Fig. 12.
Gm
Ect
Ent

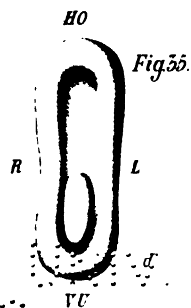

O
Fig. 17.
R
L
U
Gm


O
Fig. 18.
H
V
U
Gm


O
E
Fig. 30.
a
Lm
L
V
Gm
lEC
U
Ent


O
Fig. 31.
P
V
H
EC
M
Ms
U
Ect


Fig. 34.
O
c
RV
LH
c
Lm
U


HO
Fig. 35.
R
L
d
VU

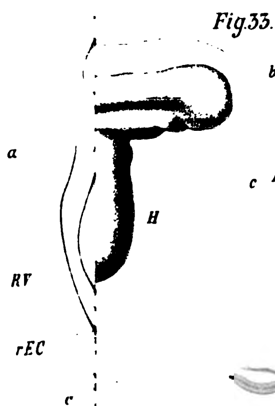

Fig. 33.
b
a
H
RV
rEC
c


Fig. 37.
M
R
K
rEC
D

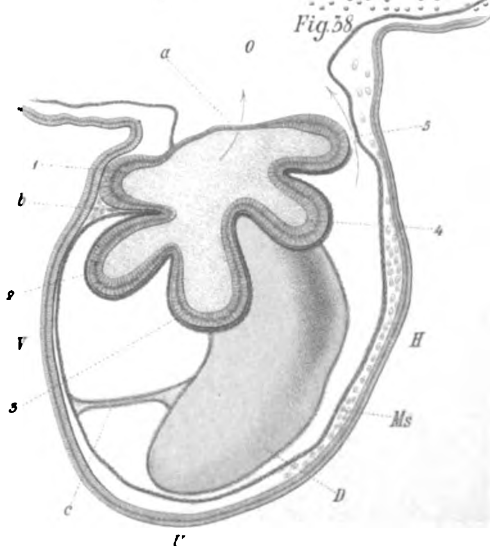

Fig. 38
a
O
5
1
b
4
9
V
H
3
Ms
D
c
U

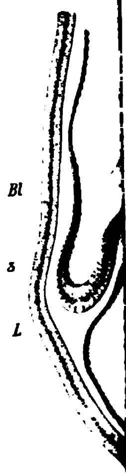
Fig. 42.

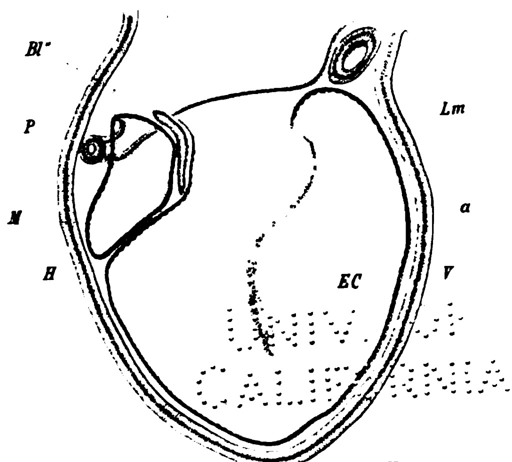
Fig. 43.

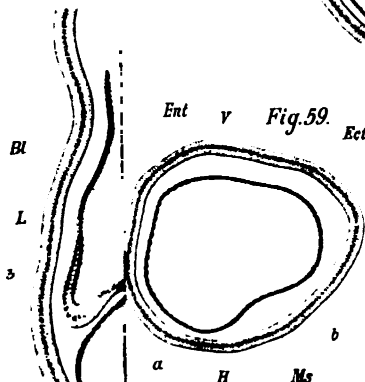
Fig. 48.

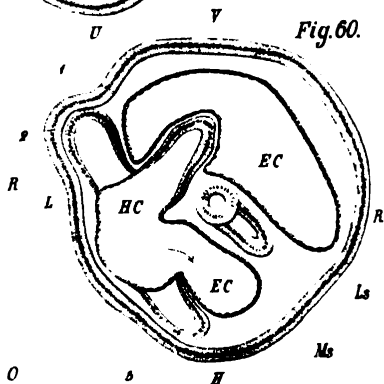
g. 47.

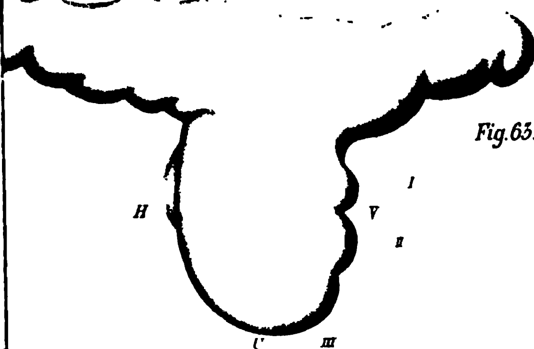
Fig. 50.


Bl
3
L

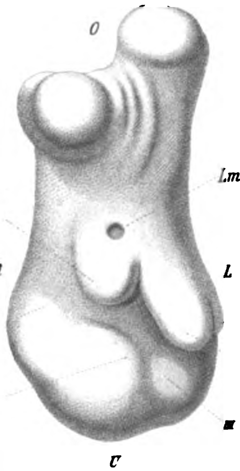

O
Fig. 54.
Bl'
P
M
H
Lm
a
V
EC

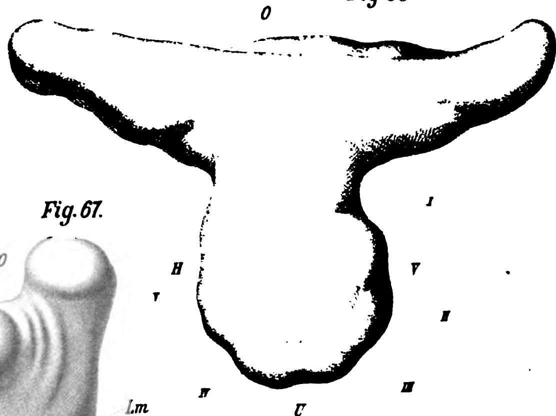

Bl
L
3
Ent
V
Fig. 59.
Ect
R
b
a
H
Ms

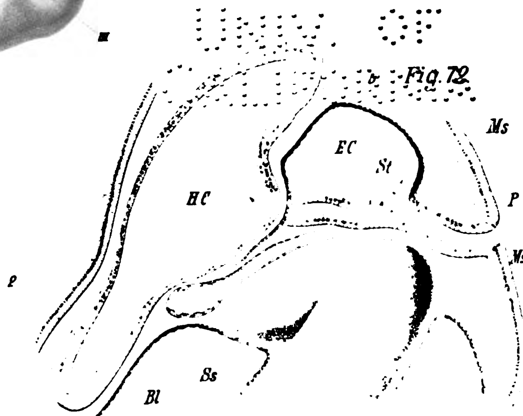

U
V
Fig. 60.
L
HC
EC
EC
R
Ls
Ms
H
O

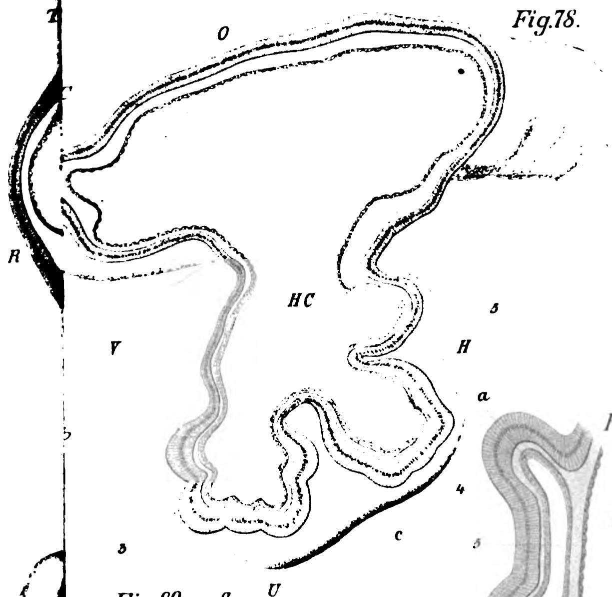

Fig. 63.
H
I
V
II
III

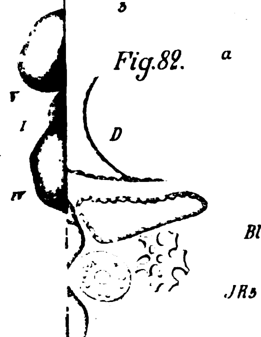

JRs
H
M
Lm
2
R
I
Ti
II

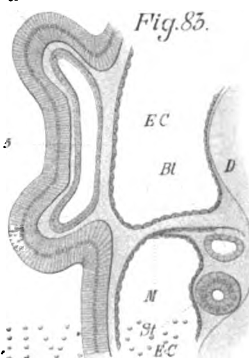

Fig. 67.
O
Lm
R
L
3
2
II
III
U

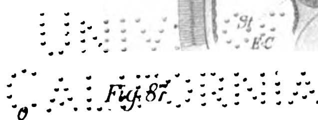

Fig. 68.
O
H
V
I
II
IV
III
U


Fig. 72.
Ms
EC
St
HC
P
Ms
2
Ss
Bl


Fig. 78.
O
HC
V
H
a
c
U
a


Fig. 82.
D
Bl
JR5


Fig. 83.
EC
Bl
D
M
St
EC


Fig. 87.

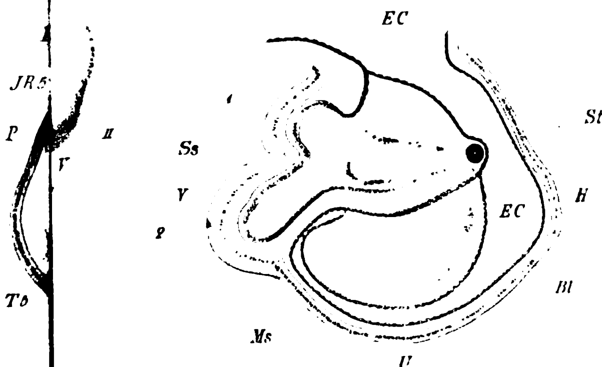

EC
St
Ss
V
H
EC
Bl
Ms
U

Fig. 91.

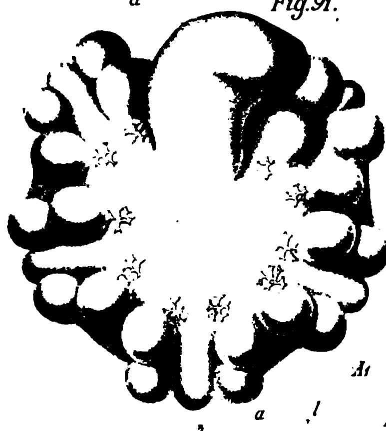


Fig. 95.



Fig. 97.

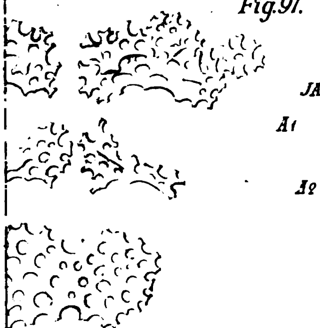


Fig. 107.

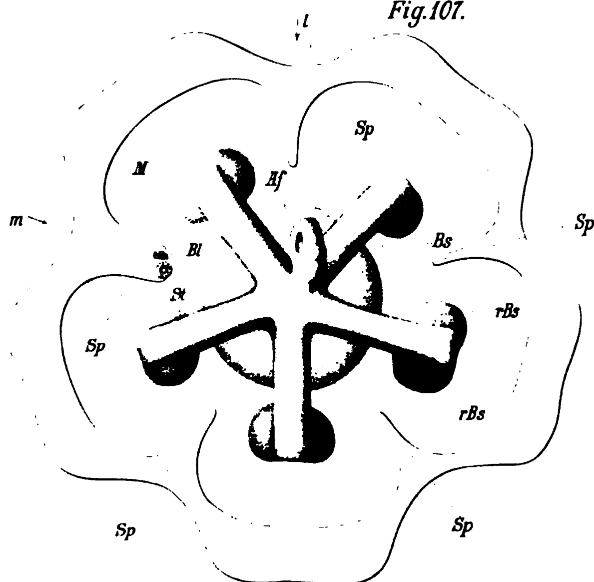


Fig. 104.

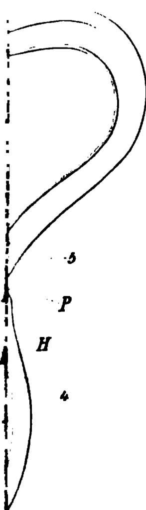
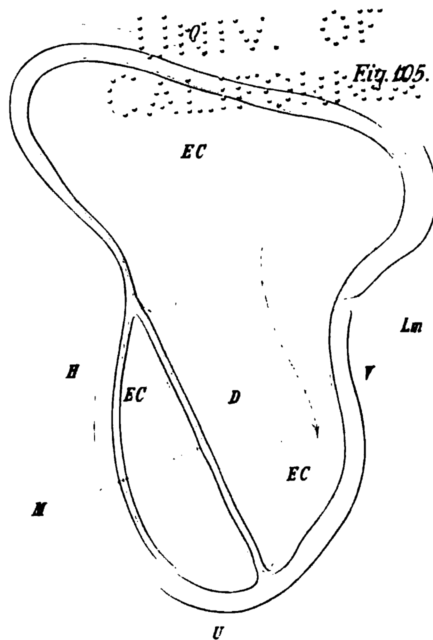


Fig. 105.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

cient data to go upon. In all I found the filament very fine, and requiring great care in the illumination to show it properly, as when, after a good deal of trouble it was shown well with the $\frac{1}{25}$ immersion, I found I could readily see it with the $\frac{1}{16}$ oil, and even the $\frac{1}{12}$ oil immersion.

The drawing was made from a specimen prepared in a mixture of glycerine and absolute alcohol, and drawn with Messrs. Powell and Lealand's $\frac{1}{25}$ oil immersion and A eye-piece. The filament is very fine, and is connected to the tail by a membrane, which is much wider than in the Amphibia, and allows it to move further from the tail; it is also longer than in the Amphibia, and is more folded in consequence. I found in one specimen a number of heads with no corresponding tails. I have not, however, been able to get at the history of the individual who supplied it.

Some disputed points in ECHINODERM MORPHOLOGY. By P. HERBERT CARPENTER, M.A., Assistant Master at Eton College.

THE last number of the 'Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie' (Band xxxiv, Heft 2) contains two valuable papers[1] on Echinoderms, by my friend Dr. H. Ludwig, of Bremen. Many new observations of the highest interest are here recorded, and it is not too much to say that their accuracy may be relied on with the utmost confidence. But, at the same time, I believe that some of the conclusions which Ludwig has drawn from them are essentially unsound; and in the following pages I propose to state my reasons for this belief.

In the first place, however, I desire to state that some of the observations recorded by Ludwig in these papers have convinced me that certain views which I have advocated in the pages of this journal are no longer tenable. Four years ago Ludwig described some tubular appendages of the water-vascular ring of the Crinoids as opening below into the body cavity into which they depend; and he therefore considered them together with the water-pores of the disc as collectively representing the madreporic apparatus and sand canals of the other Echinoderms.

Like Greeff, however, I did not feel quite satisfied respecting the alleged opening of these tubes into the body cavity, as I knew from my own observations of them (made like those of Ludwig by the section-method) that the liability to error was considerable. But now that Ludwig has found them to be open in the uncut Pentacrinoid larva I see no reason to doubt that the same is the case in the adult. Consequently, the resemblance[2] that I, like Professor Huxley, believed to exist between these (apparently cæcal) tubes and the closed *vasa ambulacralia cavi* of the Ophiurids will not bear investigation.

But, while abandoning this position, I must still confess to a lingering doubt as to whether the disconnected water-pore and water-tube of the *Antedon* larva can be regarded as perfectly homologous with the madreporic system of the other Echinoderms. I fully admit the similarity of their

[1] "Ueber den primären Steincanal der Crinoideen nebst vergleichend anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt," pp. 310—332, Taf. xii u. xiii. "Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren," pp. 333—365, Taf. xiv—xvi.

[2] This Journal, vol. xix, New Ser., p. 10.

histological structure and of their functions as afferent channels of the water-vascular system. But this similarity does not constitute an homology. The dorsal pore, which is developed so early in the other Echinoderm larvæ as the foundation of the madreporic system, is absent from the corresponding stages of the *Antedon* larvæ;[1] and until the development of the primary water-pore and water-tube of the Crinoids are more fully known, I do not think that we can without qualification accept Ludwig's view regarding their homology with the madreporic system of other Echinoderms. The following remarks, however, are based upon the assumption of the truth of that view.

Ludwig regards the external opening (water-pore) of the madreporic canal (water-tube) as a fixed point. Whether it be actinal or whether it be abactinal does not matter. In the larvæ of some Crinoids and in the adult Ophiurids it opens on one of the interradial actinal plates (orals) around the mouth. In the adult Urchins and Starfishes, however, it opens on one of the interradial abactinal plates around the anus (genitals). This is far from being the case in young forms of either class. Nevertheless, Ludwig thinks the relations of the parts in the adult sufficiently fixed to enable him to assert the *undoubted homology* of the orals of Crinoids and Ophiurids with the genitals of Urchins and Starfishes. He attempts to strengthen this remarkable position by other considerations to which I shall presently advert; and he points out how diametrically opposed it is to the view now generally held that the *Basals* of Crinoids represent the genitals of Urchins and Starfishes.[2] He seems, however, not to attach much value to the evidence on which

[1] I have often wondered whether the "pseudoproct" of Wyv. Thomson, a depression at the hinder end of the very young *Antedon* larvæ, can be regarded as representing an undeveloped dorsal pore. Its position at the end of the transverse Gastrula-axis is the same as that of the dorsal pore in other Echinoderm larvæ, though I am bound to admit that it is not dorsal. But owing to the extreme elongation of the Gastrula along that axis it is very far from the water-vascular ring and not close to it as in other larvæ. This might account for its want of further development. On the other hand, the primary water-pore of the *Antedon* larvæ leads into the oral cœlom developed from the left peritoneal vesicle of the embryo. It is not likely, therefore, ever to have been a simple *dorsal* pore, or it would have opened into the aboral cœlom developed on the dorsal side of the larva from the right peritoneal vesicle, supposing of course that it were not directly connected with the water-vascular ring by a water-tube, as in other Echinoderms.

[2] See "The Oral and Apical Systems of Echinoderms," this Journal, New Ser., vols. xviii and xix; and also the recently published text-books of Claus, Zittel, and other authors.

this view is based, or he would scarcely have written as follows (p. 317):

"Der ganze Beweis für diese Auffassung liegt darin, dass, wenn man von dem Mittelpunkt der dorsalen Oberfläche des Thieres ausgeht, bei den Crinoideen die Basalia, bei den Echinoideen die Genitalia die ersten Platten sind, welche stets und immer in der Richtung der Interradien angeordnet sind. Irgend welche unmittelbaren Beziehungen zu den inneren Organen des Thierkörpers sind bei dieser, lediglich auf die räumliche Anordnungsweise jener Platten gegründeten Homologisirung nicht in Betracht gezogen worden."

The view attacked by Ludwig rests, however, on a much firmer foundation than the mere anatomical fact which he calls the "ganze Beweis" of its truth. The evidence of Echinoderm embryology is all in its favour; but Ludwig does not make the slightest mention of this evidence, much less attempt to controvert it.

It is as follows:—The interradial abactinal plates (basals) of Crinoids are developed with precisely the same relation to the vaso-peritoneal apparatus of the larva as are the interradial abactinal plates (genitals) of Urchins and Starfishes. In both cases these plates first appear in the form of a spiral around the right peritoneal vesicle (Agassiz, Götte); but the orals of the Crinoids, which Ludwig considers homologous with the genitals of Urchins and Starfishes, are developed spirally round the left peritoneal vesicle (Götte). Are not these peritoneal vesicles as "important inner organs" as any in the whole morphology of the Echinoderms? They develop before the water-vascular apparatus, on the connection of which with certain plates of the adult, Ludwig lays such stress.

He admits that the oral or actinal side is homologous in all Echinoderms as being chiefly developed from the left side of the larva; and yet he considers plates developed on the left or actinal side of one Pluteus larva (Ophiurids) as undoubtedly homologous with those developed on the right or abactinal side of another (Echinids), and leaves the abactinal plates of the Ophiurids (genitals) out of consideration altogether.

It seems to me that he assumes too much in regarding the water-pore of the adult as a fixed point. If he could show that one of the genitals of an Urchin or Starfish larva were primitively perforated by the water-pore as is one of the orals of a larval Crinoid, then his position would be strong indeed. But this is very far from being the case. He admits himself that in young Starfishes (Lovén) there is no connection between the water-tube and any genital plate.

The observations of Metschnikoff and Agassiz are quite in accordance with this fact. The former figures the apex of a young Starfish in which the madreporic plate is already formed, but is situated at the edge of the disc quite outside the circle of genital plates; while Agassiz represents a young Starfish which "shows the position of the madreporic body immediately on the edge of the disc of the lower (*i.e.* actinal) side." Somewhat the same is the case in the adult Ophiurids. Although developed on the dorsal surface of the larva the water-pore is usually on the actinal surface of the adult; while in *Trichaster* it is neither abactinal nor actinal, but intermediate in position, somewhat as in the earlier stages of the young Starfish.

In the same way the anus of the Starfish is at first "upon the actinal side near the edge of the disc." But as growth proceeds it moves towards the abactinal surface together with the water-pore. In the Crinoids, however, the position of the future anus is gradually shifted in the reverse direction, *i.e.* towards the actinal surface; while the water-pore must be developed late, unless we are to suppose that it escaped the notice of both Götte and of Wyville Thomson in the earliest larval stages. But whereas in the other Echinoderms it is developed very early, before the appearance of the actinal or abactinal plates, the rudiments both of these and of the chief organs of the Crinoid appear before it, and then it is only found perforating the "seitlichen Randtheil" of an oral plate.

As far as the Crinoids are concerned, this is the chief evidence in favour of Ludwig's views, but it is not complete even for this group. For while *Rhizocrinus* has five water-pores like some exocyclic Urchins, their openings are not in the persistent oral plates[1] as they should be on Ludwig's theory, which compares these orals to the genitals of the Urchins, because one of them in the larval *Antedon* is perforated by the water-pore. Further, the orals of the Crinoids have precisely the same relation to the water-vascular ring and to its tentacular apparatus surrounding the mouth as the five plates figured by Kowalevsky in the *Psolinus* larva. Ludwig will hardly deny that these last are orals, but not one of them is perforated by the water-pore. On the contrary, it is separated from them by the whole length of the

[1] If the orals of *Rhizocrinus* are perforated by the water-pores, surely Ludwig would have said so; and I gather from his figure of the water-pore in this genus that this is not the case ('Zeitschr. f. wiss. Zool.,' xxix, Taf. v, fig. 8).

water-tube, which extends backwards from the water-vascular ring and not forwards as it should on Ludwig's theory.

Again, what is the position of the five water-pores of *Trichaster elegans*? Not close round the mouth in the position of the absent mouth-shields, but between the two genital clefts of each interradius. The interradial plates sometimes developed here in other Ophiurids have been hitherto regarded as representing the genitals of Starfishes and Urchins; and the presence of the water-pores in the same position in *Trichaster elegans* goes a long way towards strengthening that view, while at the same time it diminishes the probative value which Ludwig assigns to the perforation of the mouth-shields by the water-pores in other Ophiurids.

Besides the perforation of one of the orals of the larval Crinoid by the water-pore, the only other arguments adduced by Ludwig as showing the homology of these orals (*vice* the basals, discarded) with the genitals of Urchins are the following:—(1) The anus is adoral from the basals of a Crinoid, but aboral from the genitals of a regular Urchin; though it is aboral from the orals of a Crinoid. I would urge two considerations in reply. There *are* Crinoids in which the mouth is at the margin of the disc, close down to the abactinal skeleton, while the anus is central; and I do not see why these and the irregular Urchins should be left out of consideration, especially when we remember that the mouth of the Pentacrinoid larva is excentric, as Ludwig himself has told us, and that the exocyclic Crinoids present other embryonic features.

In the young Starfish the anus is primitively adoral from the genital plates, and only secondarily assumes the intragenital position on which Ludwig bases his argument. Here, as in other cases, Ludwig's homologies seem to me to rest too much on the variable secondary relations of organs as existing in the adult, and too little on the constant and primary relations of their rudiments in the larva.

(2) Ludwig lays great stress on the homology of the oral side in all Echinoderms, as shown in the following interesting facts. When viewed from the oral side the gut always winds from mouth to anus in the direction taken by the hands of a watch, and the water-pore both of the Urchin and of the embryo Crinoid is in the same interradius as the fore-gut. He gives an excellent figure (Tab. XIII, fig. 7) of the course of the gut in an Urchin as seen from the ventral side, and therefore (of course) represents the madreporite as seen from within in the N.W. corner of the figure. He gives a similar figure of the course of the gut in *Antedon*

(fig. 9), but without representing the "homologous" oral plate with its water-pore. Had he done so he would have been obliged to explain that while in the Urchin figure the madreporite was represented as seen through the gut, in the Crinoid figure the reverse would be the case, viz. the gut seen through the perforated oral plate. But nevertheless the latter is homologous with the genitals of an Urchin!

Again, the positions of the primary actinal and abactinal plates, with respect to the oral centre, is not the same in the Urchins and Crinoids if the latter be "orientirt" according to Ludwig's theory. In an Urchin the proximal plates to the oral centre are the oculars (radial), and the distal series the genitals (interradial).

In a Crinoid or Ophiurid the interradial orals are proximal and the radials distal; but, nevertheless, the homology of the orals and genitals is undoubted, while the interradial basals of the Crinoids, which are beyond the radials just as the genitals of an Urchin are beyond the oculars, are not represented in an Urchin! Further, Ludwig takes no account of the five interradial plates which surround the mouth of *Palæostoma*, and have the same relation to the water-vascular ring, &c., as the orals of *Rhizocrinus*, a relation which, it is almost needless to say, is *not* characteristic of the genitals of an Urchin.

(3) Another of Ludwig's arguments is founded upon the peculiar relation of the aboral blood-vascular ring of the Ophiurids to the mouth-shields. Because it dips down in the five interradial spaces, and partially rests upon these plates, Ludwig considers them homologous with the genitals of the Urchins and Starfishes. But the rest of this blood-vascular ring remains in the abactinal position that the whole of it occupies in the Urchins and Starfishes, and it is from this abactinal position that the principal vessels are given off to the genital glands. According to Ludwig (p. 352), "Dieses Genitalgefäss entspricht sowohl in seinem Ursprunge als auch in der Richtung seines Verlaufes und in seiner Beziehung zu den Geschlechtsorganen den Genitalgefäss der Asterien." On Ludwig's theory, however, one would expect the genital vessels to be given off from those parts of the blood-vascular ring which lie nearest the ventral surface, since it is in the plates of that ventral surface that he recognises the homologues of the genital plates of the Starfishes. One would also expect that these ventral plates would be occasionally perforated by the openings of the genital glands, But is this ever the case? Ludwig

admits that it is not; and the mere fact that in some Urchins and Starfishes the genital ducts do not open on the genital plates does not seem to me a sufficient argument to meet this difficulty, though, according to him, "Indessen stört das die Homologie, die nach Obigem zweifellos *zwischen den Mundschildern der Ophiuren und den Genitalplatten der Echinoideen und Asterien besteht durchaus nicht*" (!!!)

Ludwig nowhere says a word about the genital plates of the Ophiurids, and yet these are developed interradially on the abactinal surface of the larva precisely like the genital plates of the Starfishes. The following passage from Agassiz ('North American Starfishes,' p. 93) is interesting as regards this question:

"In Ophiurans the genital plates are formed from the angles of the five interradial plates; similar plates can still be traced in the young Starfishes, while in the full-grown Starfishes their presence is shown by the interbrachial partition, on each side of which the ovaries discharge. Thus there exists a complete homology between the genital plates of Ophiurans and the interbrachial partitions of Starfishes, a homology fully carried out in its details when we examine the relations held by the genital plates to the ovaries in Ophiurans and by the interbrachial partitions to the ovarian openings in Starfishes."

Of course there are aberrant forms with more or less exceptional peculiarities among the members of each class, but the general relations of both classes are such as entirely to support the statements quoted above, while the peculiar features of the exceptions (*Asterina gibbosa*, *Trichaster elegans*, &c., as shown by Ludwig's own observations) seem to me to be of such a nature that they support Agassiz's view rather than Ludwig's very revolutionary one.

The relations of the primary actinal and abactinal plates to the blood-vascular system may be looked at from another point of view than the one used by Ludwig. A person standing in the central plexus (heart) of a young Starfish, with his feet in the oral blood-vascular ring, would have the genital plates above his head. But if he were similarly placed in a Crinoid (with the ventral side downwards) he would have the basals over his head, and not the orals, although these last are the homologues of the genitals of the Starfish according to Ludwig's theory.

Ludwig does not attempt to follow out to any great extent the logical results of his theory with respect to the relations of the various regions of the body among the different Echinoderms. But he points out (p. 319) that they involve our believing in a great difference between Urchins and

Crinoids, one, namely, which has not been thought to exist since the researches of Agassiz and Lovén. While the Crinoid calyx increases by the additions of plates on the aboral side of the oral plates that of an Urchin grows very differently:

"Hier entfernen sich die Oralplatten der Crinoideen homologen Genitalplatten immer weiter von dem Munde, indem die Bildung des Perisoms des erwachsenen Thieres, genauer die Bildung der Interambulacralfelder, an der adoralen seite der Genitalplatten erfolgt."

This must not be understood to mean (as it well might do) that the genital plates have the same primitive relation to the mouth of an Urchin as the orals have to the mouth of a Crinoid and only subsequently become separated from it, for this is far from being the case.

The old view that the genitals of an Urchin represent the Crinoid basals involves none of the difficulties inseparable from Ludwig's new one. In both Crinoids and Urchins[1] new plates are added on the adoral side of the interradial abactinal plates, viz. the genitals of the latter and the basals of the former, which Ludwig, however, considers to be unrepresented in the Urchins.

The only other out of the "Reihe wichtiger Folgerungen für die vergleichend-anatomische Auffassung der Skeletregionen der verschiedenen Echinodermgruppen" that Ludwig deduces from the homologies which he asserts is the following[2]:—"Dass das perianale Feld der Echiniden dem gesammten Perisom der Ophiurensheibe mit Ausnahme der Arme und der Mundschilder homolog ist."

There seems to me to be something wrong here. Perhaps it is only that Ludwig and I understand the expression "perianale Feld" in different ways. I take it to mean the ring of genital and ocular plates, and, as Ludwig considers the former to be homologous with the mouth-shields of the Ophiurids, I am somewhat puzzled as to the meaning of the above passage.

The above are many inconsistencies which become apparent upon a critical examination of this new theory of Echinoderm morphology. It is difficult to understand how Ludwig can insist on the homology of the oral surfaces of Urchins, Starfishes, and Ophiurids, and yet insist even more strongly that plates around the mouth of the latter are homologous with plates around the anus on the aboral

[1] This Journal, New Series, vol. xix, pp. 26—28.
[2] 'Zoologischer Anzeiger,' 1879, ii, p. 542.

surface of the two former groups. His theory reminds one of Kowalevsky's celebrated attempt to prove that the brain of a worm represents the hinder end of the Vertebrate spinal cord; and one cannot help feeling that, despite the undoubted value of his observations, some (though by no means all) of the conclusions which he has based upon them will not bear a close investigation when compared with the primary facts of Echinoderm structure.

5

With the author's compliments.

REPRINTED FROM THE

PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH.

3. Report on the OPHIUROIDEA of the Faröe Channel, mainly collected by H.M.S. "Triton" in August 1882, with some Remarks on the Distribution of the Order. By W. E. Hoyle, M.A. (Oxon.), M.R.C.S., Naturalist to the "Challenger" Commission. (Plate VII.)

Some time ago Mr John Murray kindly placed in my hands the OPHIUROIDEA collected by H.M.S. "Triton" in the Faröe Channel, with the request that I would draw up a report upon them, and the object of the present paper is to communicate to the Society the results of my investigations.

The collection contains no new species, but one specimen appears to be a well-marked variety of *Amphiura bellis*, Lyman, a species

discovered by H.M.S. "Challenger" in the North Pacific. This small number of novelties does not, however, imply that the collection is deficient in importance, for, owing to the peculiar configuration of the sea-bed in this region, every dredging in it is of value; and when, as in this case, the physical conditions are carefully determined at each station, the result possesses a very great interest for students of the distribution of animal life upon the globe.

Before proceeding further, I give a list of the species collected by H.M.S. "Triton," arranged according to the stations at which they were obtained.

I have also had the opportunity afforded me by Mr Murray of examining the Ophiurids obtained by H.M.S. "Knight Errant," already recorded in the *Proceedings* of this Society,* and also a large proportion of those collected by H.M.S. "Porcupine." These last have been named by Mr Theodore Lyman, but as no list of them has yet been published, and as reference will be made to them in what follows, I think it well to enumerate them here, although the list will be far from complete, for the collection to which I have had access does not contain all the specimens collected by the "Porcupine," and especially is it deficient as regards the cruise in the Mediterranean in 1870. In a few instances the list has been supplemented by information derived from the published accounts of the "Porcupine" investigations.†

The figures following each name indicate the number of specimens caught.

THE FIRST CRUISE OF H.M.S. "PORCUPINE," 1864.

Off Valentia.‡ May 24th. Depth, 110 fathoms.

Ophiothrix pentaphyllum (Pennant), . . . 20
Ophioglypha albida (Forbes), ... 5

Lough Swilley. June 10th. Depth, 13 fathoms.

Ophioglypha lacertosa (Pennant), ... 9

* *Proc. Roy. Soc. Edin.*, vol. xi. p. 707, 1882.

† Carpenter, Jeffreys, and Thomson, *Proc. Roy. Soc. Lond.*, vol. xviii. pp. 397–492, 1870; Wyville Thomson, *Depths of the Sea*, London, 1874.

‡ The bottles containing these specimens are labelled, "'Lightning,' off Valentia," but there must be some error in this, for no dredgings were made by that vessel in this locality.

THE SECOND CRUISE OF H.M.S. "PORCUPINE," 1869.

Off Cape Clear.*

Ophioglypha lacertosa (Pennant), ... 5

Station 34. Lat. 49° 51′ N., long. 10° 12′ W. Depth, 75 fathoms. Bottom temperature, 49°·6 F. (9°·8 C.). Mud, gravel, shells.

Amphiura Chiajii, Forbes, ... 5
Ophioglypha Sarsii ? (Lütken) (*juv.*), . . . 1
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ... 1

Station 37. Lat. 48° 38′ N., long. 12° 8′ W. Depth, 2435 fathoms. Bottom temperature, 36°·5 F. (2°·5 C.). Globigerina ooze.

Ophiacantha bidentata (Retzius), ... ?
Ophiocten sericeum (Forbes), ... 5

Stations 39–41.† Lat. 35° 59′–35° 57′ N., long. 5° 27′–4° 12′ W. Depth, 517–730 fathoms. Bottom temperature, 47°·0–46°·5 F. (13°·3–13°·4 C.). Ooze, sand, shells.

Ophiactis Ballii (Thompson), ... ?
Ophiacantha bidentata (Retzius), ... ?
Ophiothrix fragilis (O. F. Müller), ... ?

Station 42. Lat. 49° 12′ N., long. 12° 52′ W. Depth, 862 fathoms. Bottom temperature, 39°·7 F. (4°·3 C.). Ooze, sand, shells.

Ophiochiton tenuispinus, Lyman, ... 1

Station 43. Lat. 50° 1′ N., long. 12° 26′ W. Depth, 1207 fathoms. Bottom temperature, 37°·7 F. (3°·2 C.). Globigerina ooze.

Ophiocten sericeum (Forbes), ... 1

Station 45*a*. Lat. 51° 1′ N., long. 11° 21′ W. Depth, 180 fathoms.

Ophiomusium Lymani, Wyv. Thoms., . . . ?

* One of the following stations;—33 (Lat. 50° 38′ N., long. 9° 27′ W. Depth, 74 fathoms. Bottom temperature, 65°·2 F. [9°·8 C.]), 34 or 45 *a*.
† *Proc. Roy. Soc. Lond.*, vol. xviii. p. 431, 1870.

Ophiothrix Lütkeni, Wyv. Thoms., . . .	5
Ophioglypha lacertosa (Pennant), . . .	(many)

THE THIRD CRUISE OF H.M.S. "PORCUPINE," 1869.

Station 46. Lat. 59° 23′ N., long. 7° 4′ W. Depth, 374 fathoms. Bottom temperature, 46°·0 F. (7°·7 C.).

Ophiothrix fragilis (O. F. Müller), ...	1 *

Station 47. Lat. 59° 34′ N., long. 7° 18′ W. Depth, 542 fathoms. Bottom temperature, 43°·8 F. (6°·5 C.). Globigerina ooze, sand.

Ophiactis abyssicola (Sars), ...	22
Ophiocten sericeum (Forbes), ...	2

Station 51. Lat. 60° 6′ N., long. 8° 14′ W. Depth, 440 fathoms. Bottom temperature, 42° 0′ F. (5°·5 C.).

Ophiactis abyssicola (Sars), ...	7
Ophiacantha bidentata (Retzius), ...	1 †

Station 52. Lat. 60° 25′ N., long. 8° 10′ W. Depth, 384 fathoms. Bottom temperature, 30°·6 F. (−0°·8 C.).

Ophiopus arcticus, Ljungman, ...	6
Ophiacantha bidentata (Retzius), ...	1
Ophiactis abyssicola (Sars), ...	28

Station 54. Lat. 59° 56′ N., long. 6° 27′ W. Depth, 363 fathoms. Bottom temperature, 31°·4 F. (−0°·3 C.).

Ophiacantha bidentata (Retzius), ...	1 †
,, *abyssicola*, Sars, ...	1
Ophiactis Ballii (Thompson), ...	1
Ophiomyxa serpentaria, Lyman, ...	1
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), . . .	4
Ophioscolex purpureus, Düb. and Kor., . . .	2

* Possibly the young of *O. Lütkeni*.
† These specimens have six arms.

Station 57. Lat. 60° 14′ N., long. 6° 17′ W. Depth, 632 fathoms. Bottom temperature, 30°·5 F. (−0°·8 C.)

Ophioscolex purpureus, Düb. and Kor., . . .	2

Station 60. Lat. 61° 3′ N., long. 5° 58′ W. Depth, 167 fathoms. Bottom temperature, 44°·3 F. (6°·9 C.).

Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), . . .	3

Station 61. Lat. 62° 1′ N., long. 5° 19′ W. Depth, 114 fathoms. Bottom temperature, 45°·0 F. (7°·2 C.).

Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), . . .	1

On the Faröe Bank.*

Ophiothrix pentaphyllum (Pennant), . . .	2
„ *fragilis* (O. F. Müller), . . .	7

Station 65. Lat. 61° 10′ N., long. 2° 21′ W. Depth, 345 fathoms. Bottom temperature, 29°·8 F. (−1°·1 C.).

Gorgonocephalus eucnemis (Müll. and Tr.) . . .	4
Ophiacantha abyssicola, Sars, ...	3
Ophiactis abyssicola (Sars), ...	3
Ophiobyrsa hystricis, Lyman, ...	1
Ophioglypha Sarsii (Lütken), ...	2
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ...	12

Station 67. Lat. 60° 32′ N., long. 0° 29′ W. Depth, 64 fathoms. Bottom temperature, 49°·1 F. (9°·5 C.).

	Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ...	12
†	*Amphiura Chiajii*, Forbes, ...	1
†	*Ophiactis abyssicola* (Sars), ...	2
†	*Ophioglypha Sarsii* (Lütken), ...	6
†	*Ophiopholis aculeata* (O. F. Müller), ...	4

* Either Station 61, or Station 62. (Lat. 61° 59′ N., long. 4° 38′ W. Depth, 125 fathoms. Bottom temperature, 44°·6 F. [7°·0 C.]).

† The specimens bracketed were contained in a bottle labelled "Stations 67 and 68." The bottom temperature of the latter is 44° F. Depth, 75 fathoms.

Station 74. Lat. 60° 39′ N., long. 3° 9′ W. Depth, 203 fathoms. Bottom temperature, 47°·6 F. (8°·7 C.).

Amphiura borealis (Sars), ...	1
Ophiacantha abyssicola, Sars, ...	12
„ *bidentata* (Retzius), ...	15
Ophiactis abyssicola (Sars), ...	10
„ *Ballii* (Thompson), ...	4
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ...	17
Ophioscolex purpureus, Düb. and Kor., ...	3
Ophiothrix fragilis * (O. F. Müller), . . .	2

Station 77. Lat. 60° 34′ N., long. 4° 40′ W. Depth, 560 fathoms. Bottom temperature, 29°·8 F. (– 1°·2 C.).

Ophiocten sericeum (Forbes), ...	16
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ...	2

Station 78. Lat. 60° 14′ N., long. 4° 30′ W. Depth, 290 fathoms. Bottom temperature, 41°·5 F. (5°·3 C.).

Ophiacantha abyssicola, Sars, ...	10
Ophioglypha Sarsii (Lütken), ...	1
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ...	10
Ophioscolex glacialis, Müll. and Tr., ...	1

Station 82. Lat. 60° 0′ N., long. 5° 13′ W. Depth, 312 fathoms. Bottom temperature, 41°·4 F. (5°·2 C.).

Ophiacantha abyssicola, Sars, ...	9
Ophioglypha Sarsii (Lütken), ...	8
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ...	30
Ophioscolex glacialis, Müll. and Tr., ...	2
„ *purpureus*, Düb. and Kor., ...	16

Station 87. Lat. 59° 35′ N., long. 9° 11′ W. Depth, 767 fathoms. Bottom temperature, 41°·4 F. (5°·2 C.).

Ophioscolex purpureus, Düb. and Kor., ...	4

* Possibly the young of *O. Lütkeni*.

Station 88. Lat. 59° 26′ N., long. 8° 23′ W. Depth, 705 fathoms. Bottom temperature, 42°·6 F. (5°·9 C.).

Ophiocten sericeum (Forbes), (*juv.*), . . . 20

Station 89? Lat. 59° 38′ N., long. 7° 46′ W. Depth, 445 fathoms. Bottom temperature, 45°·5 F. (7°·5 C.).

Asteronyx Lovéni, Müll. and Tr., ... ?

Station 90. Lat. 59° 41′ N., long. 7° 34′ W. Depth, 458 fathoms. Bottom temperature, 45°·2 F. (7°·3 C.).

Amphiura filiformis (O. F. Müller), ... 2
Ophiacantha abyssicola, Sars (*juv.*), . . . 1
Ophiactis abyssicola (Sars), (*juv.*), ... 31
Ophioglypha albida (Forbes), ... 1
Ophiothrix fragilis (O. F. Müller), ... 3

The Minch. Depth, 60–80 fathoms.

Amphiura Chiajii, Forbes, ... 3
Ophiothrix pentaphyllum (Pennant), . . . 1
Asteronyx Lovéni, Müll. and Tr., ... 6

The Cruise of H.M.S. "Porcupine" in the Mediterranean, 1870.

Station 13. Vigo Bay. Depth, 220 fathoms. Bottom temperature, 52° F. (11° C.).

Amphiura filiformis (O. F. Müller), ... 45

Adventure Bank, South of Sicily. Depth, 30–250 fathoms.

Ophioglypha lacertosa (Pennant), ... 1

The Cruise of H.M.S. "Triton."

Station 1. August 4, 1882. Lat. 59° 51′ 30″ N., long. 6° 21′ W. Depth, 240 fathoms. Bottom, sand and gravel. Bottom temperature, 47°·5 F. (8°·7 C.). Dredge.

Ophiactis Ballii (Thompson), ... 1

Station 2. August 5, 1882. Lat. 59° 37′ 30″ N., long. 6° 49′ W. Depth, 530 fathoms. Bottom, mud. Bottom temperature, 46°·2 F. (8°·0 C.). Trawl.

Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), ...	2

Station 3. August 8, 1882. Lat. 60° 39′ 30″ N., long. 9° 6′ W. Depth, 87 fathoms. Bottom, sand and shells. Bottom temperature, 49°·25 F. (9°·6 C.). Dredge.

Ophiocoma nigra (O. F. Müller), ...	9
Ophioglypha lacertosa (Pennant), ...	3
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), . . .	51
Ophiothrix fragilis (O. F. Müller), ...	74

Station 4. August 8, 1882. Lat. 60° 20′ 15″ N., long. 8° 25′ 30″ W. Depth, 327 fathoms. Bottom, stones. Bottom temperature, 31°·75 F. (− 0°·7 C.). Trawl.

Ophiactis abyssicola (Sars), ...	4

Station 5. August 9, 1882. Lat. 60° 11′ 45″ N., long. 8° 15′ W. Depth, 433 fathoms. Bottom, hard ground. Bottom temperature, 43°·5 F. (6°·5 C.). Trawl.

Gorgonocephalus eucnemis (Müll. and Tr.), . .	7
Ophiacantha spectabilis, Sars, ...	2
Ophiactis abyssicola (Sars), ...	5
Ophioglypha signata, Verrill, ...	3
Ophiopholis aculeata (O. F. Müller), . . .	16
Ophioscolex purpureus, Düb. and Kor., . . .	14

Station 6. August 17, 1882. Lat. 60° 9′ N., long. 7° 16′ 30″ W. Depth, 466 fathoms. Bottom, stones. Bottom temperature, 29°·75 F. (− 1°·2 C.). Dredge.

Ophioglypha signata, Verrill, ...	35

Station 8. August 22, 1882. Lat. 60° 18′ N., long. 6° 15′ W.

Depth, 640 fathoms. Bottom, mud. Bottom temperature, 30° F. (−1°·0 C.). Trawl twice.

Ophioglypha signata, Verrill, ...	27

Station 9. August 23, 1882. Lat. 60° 5′ N., long. 6° 21′ W. Depth, 608 fathoms. Bottom, mud. Bottom temperature, 30° F. (−1°·0 C.). Trawl.

Ophioglypha signata, Verrill, ...	15

Off Castle Walker, Loch Linnhe, 35–37 fathoms.

Amphiura Chiajii, Forbes, ...	11

Station 10. August 24, 1882. Lat. 59° 40′ N., long. 7° 21′ W. Depth, 516 fathoms. Bottom, mud. Bottom temperature, 56°·25 F. (13°·55 C.). Trawl.

Amphiura bellis, Lyman, var. *tritonis*, nov., . .	1
Ophiactis abyssicola (Sars), ...	3
Ophioglypha aurantiaca, Verrill, ...	35
Ophiothrix fragilis (O. F. Müller), ...	2
Young specimens undetermined, ...	3

Station 11. August 28, 1882. Lat. 59° 29′ 30″ N., long. 7° 13′ W. Depth, 555 fathoms. Bottom, ooze. Bottom temperature, 45° 5′ F. (7°·6 C.). Dredge and trawl.

Amphiura filiformis (O. F. Müller), ...	1
Ophiactis abyssicola (Sars), ...	1
Ophioglypha aurantiaca, Verrill, ...	6

Station 13. August 31, 1882. Lat. 59° 51′ 2″ N., long. 8° 18′ W. Depth, 570 fathoms. Bottom, ooze. Bottom temperature, 45°·7 F. (7°·7 C.). Dredge and Trawl.

Ophioglypha aurantiaca, Verrill, ...	3
Young specimen undetermined, ...	1

A description of the one new form may be conveniently appended here, along with a few notes upon one or two other species.

Amphiura bellis, Lym., var. *tritonis*. (Pl. VII. figs. 1–3.)

Diameter of disk, 12 mm. Arms, long and slender, 11 cm. Width of arm close to disk, without spines, 2 mm. Two mouth papillæ on either side; one large trapezoidal at the apex of the mouth angle, one of its sides coinciding with the corresponding margin of its fellow, the ten papillæ almost enclosing the circle of the mouth; the other mouth papilla is at the commencement of the oral process; is acutely pointed and triangular, and is succeeded immediately by a diamond-shaped scale, which covers the opening of the first tentacle. A supplementary scale was noticed at one mouth-angle (fig. 1).

Mouth shields heart-shaped, one subpentagonal. Side mouth shields appear to be triangular; they do not project inwards beyond the median shields, and they meet each other in the position usually occupied by the first under-arm plate, which is absent. The other arm-plates are rectangular, with the inner and outer margins somewhat rounded; farther out on the arms they form an angle, so that the plate is hexagonal; the lateral margins straight and coincident with the attached margin of one of the tentacle scales. Side arm-plates slightly prominent where the spines are attached, not meeting in the middle line either above or below. Upper arm-plates transversely oval, but the proximal margin, instead of being evenly curved, forms an angle.

Disk flat, thin, covered with small swollen overlapping scales, which are coarser and radially elongated near the radial shields.

Radial shields, wedge-shaped, very long, about four times as long as wide, pointed at the proximal extremity, truncated distally, completely separated from each other, except perhaps at the extreme outer end, by a median and one or two lateral rows of elongated scales. Interbrachial spaces in the under surface covered with similar small scales; three, or sometimes at the proximal end of the arm four, straight tapering bluntly-pointed arm-spines.

Two tentacle scales, one towards the axis of the arm, elongated, semi-oval; one on the proximal margin of the aperture, shorter and more nearly circular.

Colour, yellowish-grey, with five rather indefinite radial markings on the dorsal surface of the disk.

The typical *Amphiura bellis* differs from this in having one short stout blunt papilla on either side of the base of the mouth angle.

It has also subtriangular mouth shields, and the lateral mouth shields do not meet each other in the middle line.

The mouth papillæ are of a different shape. A first under arm bone is present, and the tentacle scales of the first pair are spiniform and rather conspicuous.

This single specimen is worthy of special notice, because the species has been only known hitherto from specimens collected by the "Challenger" at Stations 174, near the Fiji Islands, and 232 and 236, off Japan. It is interesting to notice that *Asteronyx Lovéni* is also common to the north European seas and those of Japan, and a relation has been traced by Drs Gwyn Jeffreys, and Günther between the mollusca and fishes of Japan and the North Atlantic and Mediterranean.*

Ophioglypha aurantiaca, Verrill.

Ophioglypha aurantiaca, Verrill, *Amer. Jour. Sci. and Arts*, vol. xxiii. p. 141, 1882. Lyman, *Bull. Mus. Comp. Zoöl.*, vol. x. No. 6, p. 240 (with fig.), 1883.

The mouth shield has the inner angle almost a right angle; the outer edge is not nearly straight, but with a re-entering angle. The teeth papillæ are usually four. As in Professor Verrill's specimens, the arms have all been broken; the longest measured twice the diameter of the disk. The arm-spines are three; the uppermost is the longest, and is a little longer than the arm-joints, and the second is about two-thirds the length of the first; the third is still shorter; the tentacle-scale is close to the arm-spines, and appears to form part of the same series with them; there is only one tentacle-scale, except in the proximal portion of the arm, where there are two; where this is the case, the outer is spiniform, the inner scale like. The margin of the genital slit is finely serrated. The two or three proximal tentacle pores have sometimes three tentacle scales, close beside which are two small spines, about equal to them in size.

* *Journ. Linn. Soc. Lond.*, vol. xii. pp. 100–109, 1874.

Average dimensions,—diameter of disk, 12–15 mm.; thickness rarely more than 5 mm.

Ophiactis Ballii. The bathymetrical range of this species is extended to 730 fathoms.

Ophiocten sericeum was dredged by H.M.S. "Porcupine" at six stations, the depths varying from 542 to 2435 fathoms, its bathymetrical range being thereby greatly extended.

Ophiopholis aculeata. Bathymetrical range extended to 560 fathoms.

Ophiothrix fragilis. Bathymetrical range extended to 516 fathoms.

Gorgonocephalus eucnemis and *Ophiacantha spectabilis* are new to British seas.

Ophiactis abyssicola. This species has not been previously obtained in British seas, and its bathymetrical range is extended from 400 to 767 fathoms.

Ophioscolex purpureus. This species is also an addition to the British fauna, and its bathymetrical range is extended from 200 to 767 fathoms.

Ophioglypha signata, Verrill (Pl. VII. figs. 4–8), was first discovered by Professor Verrill off the north-eastern coast of the United States (100–258 fathoms),* and has again been recorded by Mr Lyman in the *Proceedings* of this Society (vol. xi. p. 707). As no figure of it has yet been published, I have given one on the accompanying plate.

Amphiura filiformis. Bathymetrical range extended to 555 fathoms.

These few matters of systematic and descriptive interest being disposed of, we may proceed to discuss the distributional problems suggested by the material in hand. The importance of the Faröe Channel as a field for zoological investigation lies, as is well known, in the fact that there are here two areas not far separated, and resembling each other in depth and physical conditions generally, save only that in one the average temperature of the bottom water

* *Amer. Jour. Sci. and Arts*, vol. cxxiii. pp. 218, 220, 1882.

is some 10–15° F. higher than in the other. We have thus two areas in which all factors influencing the distribution of animals are approximately eliminated, save and excepting that of temperature, so that here, if anywhere, we may hope for an opportunity of determining the influence due to this important factor.

With the view of investigating this matter, so far as the Ophiuroids are concerned, the table on the next page has been drawn up, which includes all the results obtained by H.M.S. "Porcupine," "Knight Errant," and "Triton" which are applicable to the problem under discussion. In order to render the results strictly comparable, only those stations are considered which are clearly within one area or the other, none, of course, being admitted which are at a less depth than the top of the Wyville-Thomson Ridge, that is, about 300 fathoms. The depth and bottom temperature of each station are given, and the number of specimens obtained at each is shown by the figures in the several columns.

It will be obvious that in attempting to draw conclusions from such a table, the utmost caution must be observed; the numbers are so small, that any extensive series of dredgings will be sure to alter them very considerably. For instance, the whole of the expeditions together, prior to the "Triton," only obtained one specimen of *Ophioglypha aurantiaca*, while only three dredgings on that cruise yielded together forty-five specimens.

Still as no further data are at present available, the best use possible must be made of these, it being understood that the results are only provisional. It appears then, that while eight species were found both in the warm and cold areas, six were peculiar to the latter and six to the former.

These facts suggest that there are certain forms which flourish in warmer, whilst others are better adapted to colder waters; but in order to confirm this view, it will be well to state what is known of the distribution, with respect to temperature, of each of the species in question in other localities; unfortunately our knowledge upon this point is very fragmentary, because it is only of recent years that dredgings have been made, while, at the same time, accurate physical observations have been taken, but such facts as I have been able to collect are given in the following paragraphs.

Amphiura bellis, Lym., has previously been found only at three

TABLE showing the Distribution of the

	WARM AREA.												
		PORCUPINE. 1869.					KNIGHT ERRANT. 1880.		TRITON. 1882.				
	STATION,	46	47	51	87	90	5	7	2	5	10	11	13
	DEPTH,	374	542	440	767	458	515	530	530	433	516	555	570
	BOTTOM TEMPERATURE (C),	7°·7 ...	6°·5 ...	5°·5 ...	5°·2 ...	7°·3 ...	6°·8 8°·1	8°·1 ...	8°·0 8°·0	6°·5 6°·5	7°·8 8°·1	7°·6 7°·6	7°·7 7°·7
Warm Area only.	Amphiura bellis var tritonis,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
	„ filiformis,	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.
	Ophiacantha spectabilis,	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
	Ophioglypha albida,	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
	„ **aurantiaca,**	.	.	.	.	.	.	1	.	.	35	6	8
	Ophiothrix **fragilis,**	1	.	.	.	8	.	.	.	.	2	.	.
Common to both Areas.	Gorgonocephalus eucnemis,	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.
	Ophiacantha abyssicola	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
	„ bidentata,	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.
	Ophiactis abyssicola,	.	22	7	.	31	2	10	.	5	8	1	.
	Ophiocten sericeum,	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ophioglypha signata,	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.
	Ophiopholis aculeata,	.	.	.	.	.	.	.	2	16	.	.	.
	Ophioscolex purpureus,	.	.	.	4	.	.	.	.	14	.	.	.
Cold Area only.	Ophiobyrsa hystricis,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ophiomyxa serpentaria,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ophiopus arcticus,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ophiactis Ballii,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ophioglypha Sarsii,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ophioscolex glacialis,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

OPHIUROIDEA in the Faröe Channel.

COLD AREA.											
PORCUPINE. 1869.					KNIGHT ERRANT. 1880.		TRITON. 1882.				
52	54	57	65	77	2	8	4	6	8	9	
384	363	632	345	560	375	540	327	466	640	608	
−0°·8 ...	−0°·3 ...	−0°·8 ...	−1°·1 ...	−1°·2 ...	−0°·6 −0°·6	−2°·1 −0°·9	0°·0 −0°·3	−1°·0 −1°·3	−1°·0 −1°·0	−1°·0 −1°·0	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Warm Area only.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	Common to both Areas.
.	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	
1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
28	.	.	3	.	22	.	4	.	.	.	
.	.	.	.	16	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	7	.	35	27	15	
.	4	.	12	2	.	.	.	.	.	.	
.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	Cold Area only.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	

"Challenger" stations in the Pacific, viz., Station 174, bottom temperature 3°·7 C. (38°·5 F.); 232, bottom temperature 5° C. (40°·4 F.); 236, bottom temperature 2°·8 C. (37°·2 F.) In addition, it must be borne in mind that the variety here described might prove on further examination to be a new species.

Amphiura filiformis, has not (except in the instances quoted in the table) been reported from depths greater than 150 fathoms, so that it is presumably a warm water species.

Ophiacantha spectabilis occurs on the Norwegian coast, but has not been met with at depths greater than 100 fathoms.

Ophioglypha albida occurs in the British, Danish, and Norwegian shallow waters, and has not been known to live at any depth greater than 500 fathoms. It is found also in the Mediterranean; hence it is probably a warm water species.

Ophioglypha aurantiaca, in addition to the localities noted in the table, has only been observed off Martha's Vineyard, North-East America, and at two of the "Blake" Stations, depths 466 and 524, and bottom temperature, 40° and 39°·5 F. respectively.

Ophiothrix fragilis has been obtained at various points on the British and Norwegian coasts, from depths not exceeding 150 fathoms, so that in default of precise temperature observations, it may be regarded as a species proper to warm rather than cold water.

Gorgonocephalus eucnemis was found by the "Willem Barents" at two localities, at both of which the temperature of the water was below the freezing point; and it is also found off the coast of Greenland, so that obviously it has no more claim to be considered a warm than a cold water species.

Ophiacantha abyssicola, occurs off the Lofoten Islands above the 300-fathom line, which is within the warm area, as determined by the Norwegian North Sea explorers. It has also been dredged at one of the "Blake" Stations, E.S.E. of New York, from a depth of 304 fathoms. Bottom temperature, 49°·5 F. (9°·7 C.).

Ophiobyrsa hystricis and *Ophiomyxa serpentaria,* have at present only been found in the localities noted above.

Ophiopus arcticus, is known from Spitzbergen and Norway down to the 400 fathom line.

Ophiactis Ballii is found in shallow water off the British and

Scandinavian coasts, and in the North Atlantic, 40–50 fathoms; except in the present instance it has not been found below 150 fathoms, which distribution would seem to indicate that it is a denizen of warm as well as of cold areas, and should by rights be placed among the species "common to both areas."

Ophioglypha Sarsii has also been obtained by the "Challenger" off the east coast of North America at one station (49, depth 83 fathoms, bottom temperature 1°·8 C. [36° F.]), and at four stations by the "Blake," at depths varying from 44 to 306 fathoms, and bottom temperatures 40°·5 to 51° F. It has also been obtained off the coast of Greenland, in Smith's Sound, and off Spitzbergen, so that it would appear to be at home both in cold and warm waters.

Ophioscolex glacialis occurs also off Spitzbergen and the Arctic, European, and American seas generally. It was dredged by the "Willem Barents" at two stations, at both of which the bottom temperature was below the freezing point, so that it may be regarded as a well-marked cold water species.

From these additional data it would seem that the species classed as "peculiar to the warm area" have established for themselves a fair claim to that designation; while of those marked "peculiar to the cold area," two (*Ophiactis Ballii* and *Ophioglypha Sarsii*) must be removed to the category of "common" forms.

We have remaining then six forms peculiar to the warm, four peculiar to the cold, and ten common to both warm and cold water, a result which decidedly favours the conclusion that temperature is an important factor in determining the distribution of these animals.

Having ascertained to what extent the Ophiuroid faunas of the two areas of the Faröe Channel differ from each other, it will be interesting to examine how they are severally related (1) to the shallow-water forms of surrounding regions, that is to say, to those from the British and Norwegian shores down to 200 fathoms; (2) to the forms of more northern seas (Greenland, Spitzbergen, Barents Sea); and (3) to those inhabiting the cold water off the north-eastern coast of North America.

(1) *Comparison of the* Ophiuroidea *from the Faröe Channel with those from the British and Norwegian Shores.*

Herewith I give a list of the Norwegian Ophiuroidea as full as I have been able to compile:—

ASTROPHYTIDÆ.

B. *Asteronyx Loveni*, M.
*† *Gorgonocephalus eucnemis*, M.
" *Lamarckii*, M., W.
B. " *Linckii*, M.

OPHIURIDÆ.

Amphiura borealis, S.
B. " *Chiajii*, M., W.
*B. " *filiformis*, M., W.
B. " *elegans*, M., W.
*† *Ophiacantha abyssicola*, M., S.
" *anomala*, S.
*† " *bidentata*, W., S.
* " *spectabilis*, W., S.
†B. *Ophiactis Ballii*, M., W.
" *claviger*, W.
*† " *abyssicola*, M., W.
B. *Ophiocnida brachiata*, L.?
B. *Ophiocoma nigra*, M., W.
*† *Ophiocten sericeum* (*Ophioglypha gracilis*), S.
B. *Ophioglypha affinis*, M., W.
*B. " *albida*, M.
" *carnea*, M., W.
B. " *lacertosa* (*texturata*), M.
B. " *robusta*, M.
†B. " *Sarsii*, M.
B. *Ophiopeltis securigera*, M.
*†B. *Ophiopholis aculeata*, M., W.
† *Ophiopus arcticus*, L.
† *Ophioscolex glacialis*, M.

*†B. *Ophioscolex purpureus*, M.
*B. *Ophiothrix fragilis*, M., W.

* Found in the warm area. † Found in the cold area. *† Found in both areas.
M – Sars, M., "Oversigt af Norges Echinodermer," 1861.
S – Sars, G. O., "Nye Echinodermer," *Vid.-Selsk. Forhandl.*, 1871.
W – A collection formerly in possession of the late Sir Wyville Thomson, believed to have been sent to him by Prof. Sars.
L – Lyman.
B – Also belonging to the British shallow-water fauna (down to 200 fathoms). Hoyle, *Proc. Roy. Phys. Soc. Edin.*, vol. viii. pp. 135–155, 1884.

When this list is compared with those given in the preceding table, it is found that every form mentioned therein occurs also off the Norwegian coast, with the exception of three species (*Amphiura bellis*, var., *Ophioglypha aurantiaca*, and *O. signata*) from distant parts of the world, and two (*Ophiobyrsa hystricis* and *Ophiomyxa serpentaria*), described from single specimens in this locality.

Of those which are also found in the British shallow water it will be seen that three are among those peculiar to the warm area, two are common, and two are peculiar to the cold area. Of these last, however, it must be noted that *Ophioglypha Sarsii* has only been found in British seas in moderately deep water off the Shetlands; and if we exclude this as a doubtful inhabitant of our shallow water, it would appear that the British coast forms are more nearly related to those from the warm than those from the cold area.

With respect to the Norwegian coast forms no such relation can be traced, which may probably be explained by the fact that Norway, with its great extent of indented coast-line with islands and fiords, has a great variety of physical conditions, and so provides fitting homes for creatures of very diverse habit.

(2) *Comparison of the Faröe Channel* Ophiuroidea *with those from the Arctic Seas.*

The following is as complete a list as I have been able to compile of the Ophiuroidea hitherto recorded from the Arctic seas; that is, from Greenland, Spitzbergen, and the Barents Sea:—

Gorgonocephalus Agassizii, DS., L.
* ,, *eucnemis*, L., H.
,, *Lamarckii*, L.

Amphiura Holbölli, DS., L.
*† *Ophiacantha bidentata*, DS., L., H.
Ophiocoma nigra, H.
*† *Ophiocten sericeum*, DS., L., H.
Ophioglypha lacertosa, H.
„ *nodosa*, L.
„ *robusta*, DS., L., H.
† „ *Sarsii*, DS., L., H.
„ *Stuwitzii*, DS., L.
*† *Ophiopholis aculeata*, DS., L., H.
Ophiopleura arctica, DS., D., H.
„ *borealis*, Da.
† *Ophiopus arcticus*, L.
† *Ophioscolex glacialis*, L., H.

* Found in the warm area. † Found in the cold area. *† Found in both areas.

D—Duncan, *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 5, vol. ii. p. 266, 1877.
Da—Danielsen, *Nyt Magazin for Naturvid.*, p. 33, 1877.
DS—Duncan and Sladen, *A Memoir of the Echin. of the Arctic Sea*, London, 1881.
L—Lutken, "Additamenta ad Historiam Ophiuroidarum," *Vidensk. Selsk. Skrif.*, Bd. v. p. 28, 1858, and in *Arctic Manual*, 1875.
H—Hoffmann, "Die Echinodermen gesammelt während der Fahrten des 'Willem Barents,'" *Niederländ. Archiv f. Zool.*, Suppl.-Bd. i. Lief. 3, 1882.

From which list it appears that *six* of the northern Ophiuroids are found also in the cold area, whilst only *four* occur also in the warm; or, excluding the three species which are common to the two areas, we have *three* species common to the northern seas and the cold area, and only *one* common to these and the warm area; in addition to which it must be remembered, that of the six species above enumerated as "peculiar to the cold area," two (*Ophiobyrsa hystricis* and *Ophiomyxa serpentaria*) have been found in that locality alone, and so are not available for purposes of comparison, while of the remaining four three form part of the northern fauna; all these facts show, as clearly as can be expected from such small numbers, how much more closely this fauna resembles that of the cold than that of the warm area.

(3) *Comparison of the Faröe Channel* Ophiuroidea *with those from the Eastern Coast of North America.*

As regards the north-eastern coast of North America, the dredgings of the "Blake" and other vessels have made us acquainted with a long list of Ophiurans from that region; of these only such as are of importance for the question immediately in hand are enumerated in the subjoined list—

* *Gorgonocephalus eucnemis*, V.
*† *Ophiacantha bidentata*, B., C., V.
† *Ophioglypha Sarsii*, B., C.
* „ *aurantiaca*, B.
*† „ *signata*, V.
*† *Ophiopholis aculeata*, B., C., V.
† *Ophioscolex glacialis*, B., V.

* Found in the warm area. † Found in the cold area. *† Found in both areas.

V = Verrill, *Amer. Journ. Sci. and Arts*, vol. cxvi. p. 373, 1878; vol. cxxiii. p. 218, 1882.
B = "Blake," Lyman, *Bull. Mus. Comp. Zoöl.* vol. x., No. 6, 1883.
C = "Challenger," Lyman, *Zool. Chall. Exp.*, part. xiv., 1882.

In the first place, it must be noted that the water in which these species were found is not cold as compared with the cold water of the Faröe Channel; the lowest temperature, that namely of seven stations at which *Ophiacantha bidentata* was obtained, being 38°–39° F.; while the remaining stations range from 40½°–51° F., which is as high on the average as the greater part of the warm area of the Faröe Channel. It is seen, too, that whilst five species are common to this coast and the warm area of the Faröe Channel, just the same number are common to it and the cold area. So that we have no ground for asserting that the fauna of this coast is more intimately connected with the cold area than with the warm; indeed, one haul of the dredge might suffice to turn the balance either way.

I understand that the study of other groups of animals has shown such a relation to subsist, but we must await further investigation for any decisive evidence on the part of the Ophiuroids.

The Relation of the Ophiuroid Fauna to the Nature of the Bottom.

While investigating the "Triton" collection, it occurred to me that results of some interest might be obtained by attempting to trace the manner in which the Ophiuroids are distributed with respect to the nature of the bottom. It was obvious at the outset that such an inquiry would be beset with great difficulties, owing to the impossibility of entirely eliminating the influence of the depth and other conditions.

As a preliminary step, the distribution lists of Mr Lyman's "Report on the Challenger Ophiuroidea"* were analysed, the indications as to the nature of the bottom being taken from a revised list of stations which has been prepared for publication in the "Narrative of the Cruise of H.M.S. 'Challenger.'" The results are expressed in the accompanying table, in which are given the number of dredgings which were made upon each deposit, the number of cases in which Ophiuroids were obtained, and the relation of the latter number to the former expressed as a percentage—

	Red clay.	Glob. ooze.	Red mud.	Pterop. ooze.	Volcanic mud.	Coral mud.	Blue and green mud.	TOTAL.
Ophiuroids found, . . .	5	14	3	4	14	11	46	120
Number of dredgings, .	38	55	11	10	30	19	79	276
Percentage, . .	13	25	27	40	47	58	58	43

The most striking fact presented by this table is that Ophiuroids are not commonly met with on those deposits which are characteristic of great depth, such as the red clay and Globigerina ooze; while they are frequent upon the shallower bottoms made up of coral mud and the blue and green muds which are composed of continental detritus; in other words, it shows (especially when taken in connection with the elaborate bathymetrical tables given in Mr Lyman's Report) that, as a rule, the abundance of Ophiuroids is

* *Zool. Chall. Exp.*, part xiv., 1882.

in inverse ratio to the depth, although, of course, it by no means excludes the possibility of other factors influencing their distribution.

It is clear, then, that the only way of obtaining any satisfactory evidence on this point will be to take groups of different deposits of the same depth, and compare them with respect to their richness in Ophiurans. In many cases the range in depth of the deposits is not sufficient to allow of this; but in some few instances it is possible.

For example, dredgings were made on red clay at depths varying from 2250 to 3875 fathoms, and on Globigerina ooze at from 1090 to 2650 fathoms; so that we may take for comparison those instances of each which lie between 2250 and 2650 fathoms.

Within these limits of depth the result is found to be—

	Globigerina ooze.	Red clay.
Ophiuroids present at	1	5 stations.
Number of dredgings,	9	19

Whence it would seem that Ophiurans are nearly three times as widely spread on the red clay as on the Globigerina ooze.

These figures are so strikingly at variance with those obtained from a consideration of the whole voyage that it is quite clear that there must be some flaw in the argument, which is probably to be found in the fact that the Globigerina ooze stations under consideration are the deepest examples of that deposit, while the red clay stations are the shallowest; and from the general law of distribution according to depth, above alluded to, we should expect some such result as this to take place.

None of the other deposits offer any adequate number of stations at equal depths for comparison; so that it would seem that at present we have no sufficient data on which to base any safe conclusions as to the influence of the nature of the bottom on the presence or absence of these animals, although it is highly probable that such an influence is exerted.

Possibly future investigations may make us acquainted with two areas which, being comparable in other respects, differ in the nature of the deposits forming their bottoms.

In conclusion, I must express my indebtedness to Dr P. H. Carpenter for a quantity of valuable information from his journal relative to the dredgings of H.M.S. "Porcupine," and to Mr Theodore Lyman for his courtesy in answering some questions which I addressed to him.

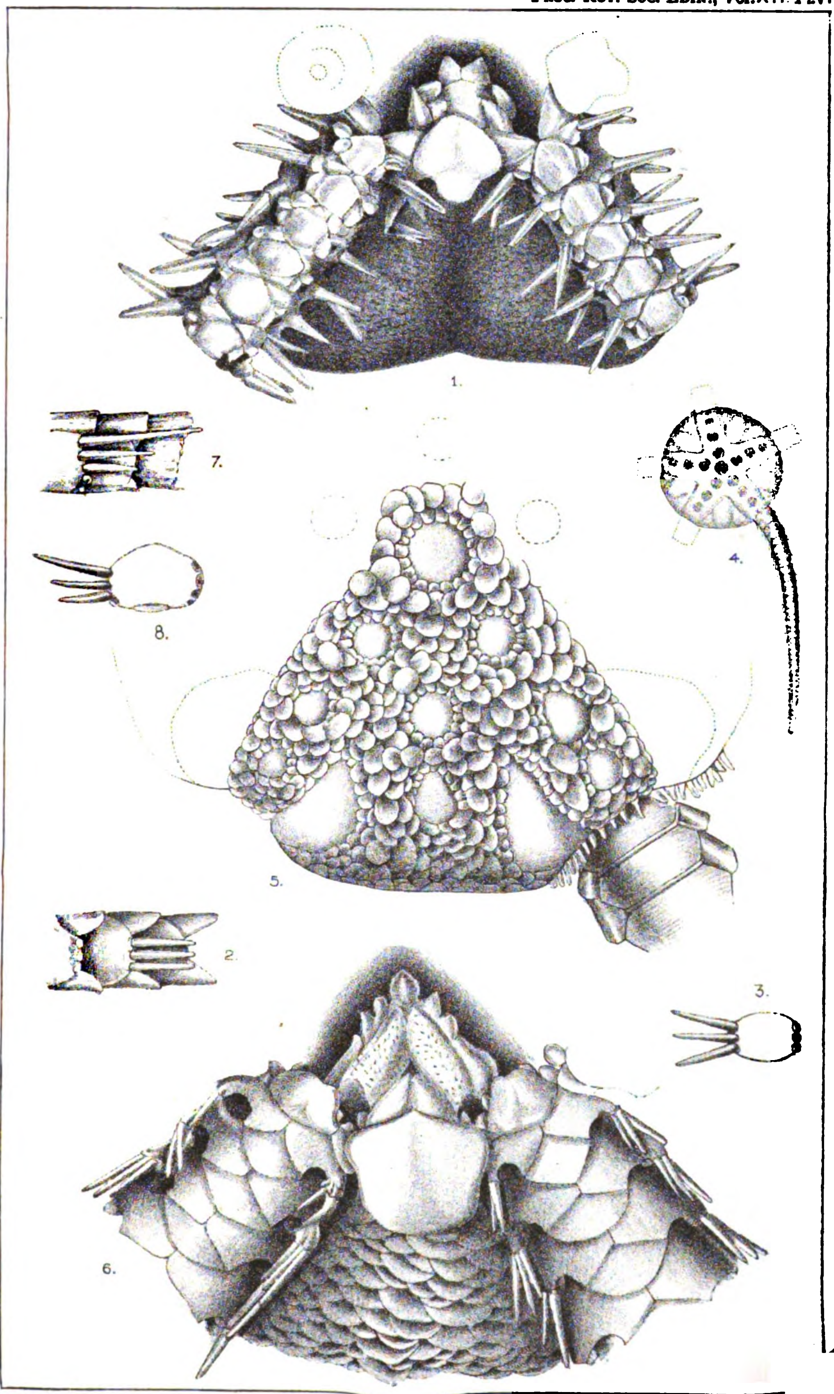
EXPLANATION OF PLATE.

Figs. 1–3. *Amphiura bellis*, Lyman, var. *tritonis*, nov.

1. Under surface of disk.
2. Side view of arm.
3. Transverse section of arm.

Figs. 4–8. *Ophioglypha signata*, Verrill.

4. Upper surface, natural size.
5. Upper surface of disk.
6. Under surface of disk.
7. Side view of arm.
8. Transverse section of arm.



W. E. Hoyle, Del.

Figs. 1–3. Amphiura bellis var. tritonis nov.
" 4–8. Ophioglypha signata, Verrill.

[*From the* ANNALS AND MAGAZINE OF NATURAL HISTORY *for November* 1887.]

The True Nature of the "Madreporic System" of Echinodermata, with Remarks on Nephridia. By Prof. MARCUS M. HARTOG, D.Sc., M.A., F.R.U.I.*

SHARPEY, in his article on "Echinodermata" in Todd and Bowman's 'Cyclopædia of Anatomy and Physiology,' writes: "If the liquid contained in the feet of the starfish be sea-water, either pure or with an admixture of organic particles, which is probable from its chemical composition, may it not be introduced and perhaps again discharged through the pores of the disk [*sc.* madreporite] and the calcareous tube, the porous disk serving as a sort of filter to exclude impurities?" He also describes the perivisceral liquid as a "clear fluid which, when filtered, yields no trace of animal matter, but agrees almost entirely in composition with sea-water."

These observations, apparently unchecked by subsequent experiment, seem to have been the origin of the widely adopted views that the cavities of Echinodermata are filled with sea-water directly taken up *pro re natâ* through the madreporite and madreporic canal, which for brevity we may

* This paper was read in a less complete form at the British Association, Manchester, 1887.

term the "madreporic system." Claus, Gegenbaur, and Huxley are all agreed on this point in their text-books. Having had my attention early directed to similar statements about the organ of Bojanus, and having been the first to demonstrate * that this latter organ could not possibly take up water, owing to the outward ciliary wash and the valvular orifice, I was naturally inclined to doubt the received views on the madreporite; and latterly reflection on certain facts in vegetable physiology induced me to inquire more fully into the matter.

The vegetable cell, containing in its cavities dissolved substances of high osmotic equivalent, and bounded by protoplasm permeable to water but not to these substances, tends to take up into its cavities an excess of water, limited by various conditions which we need not discuss here; and thus the cell becomes *turgescent*, or *erect* as the animal physiologist would say. The animal body, with its system of cavities and partially permeable walls, is in precisely the same condition as the vegetable cell; and if erection, turgescence, or dropsy do not occur when the body is immersed in liquid (or air saturated with moisture), it is because of the existence of a variously disposed apparatus through which the excess of liquid is ejected, carrying off in solution various soluble waste products. Such an apparatus is termed a *nephridium* or *kidney*.

We can see in Infusoria that when the contractile vacuole fails to act with its habitual regularity under certain abnormal conditions, the animal becomes dropsical, swells up, and finally bursts. In higher animals we find either ciliated funnels or special filter-pumps, or both, acting to remove the excess of liquid. If an erection in any part of an animal be needed, the liquid can be supplied either by the excess of endosmose over excretion, or by the flow of liquid from one part to another.

To these physiological considerations are added morphological ones of great significance. The accumulation of liquid takes place into the cœlom, in Annelids and Vertebrata *a mesothelial sac of which the first part of the nephridium is a diverticulum*, to which an *invaginated epiblastic duct* is added. The whole ambulacral canal-system of Echinodermata is a development of such a *diverticulum of a mesothelial cavity*, and the madreporic system is in great part at least an *epiblastic invagination*. In the Echinopædium we must needs regard the madreporic system and the "vasal" part of

* 'Journal of Anatomy and Physiology,' 1879.

the left vasoperitoneal sac as constituting a left nephridium, the right having failed to receive a duct *. Of the numerous madreporic systems of some Holothurians I believe the development has not been made out. If the madreporic system be really of nephric nature it would seem *à priori* unlikely that the ciliary action should be reversed, despite the acquirement of other functions by the nephridium itself. These considerations determined the following experiments, which fully bear out the views which I have expressed.

Exp. I.—A fresh strong *Echinus sphæra* was opened and the madreporic canal dissected out and cut off at either end, and then a longitudinal slit was made in one side; on examining it in the perivisceral liquid I could easily see a strong inrush of particles through the slit and a corresponding outrush through the cut distal end of the tube, *i. e.* that turned towards the madreporite. This was repeated and confirmed on six specimens. The stony canal of *Asterias* was found unsuitable for similar experiments.

Exp. II.—From a live *Echinus* I cut out the madreporite with a short stump of duct attached, and examined it in sea-water to which a little charcoal powder was added. The disk lived for over sixteen hours with active ciliary currents and movements of the spines and pedicellariæ. The flakes of charcoal were carried about in the currents, but *never reached the surface of the disk* except close around the bases of the spines, where there are no perforations. They seemed repelled from it, instead of settling down by gravitation; and this could only be due to an outward current through the pores.

Exp. III.—I excised the madreporite of a live Starfish with a short stump of the sand-canal, and examined it in the perivisceral liquid of *Echinus* to which a little carmine was added, the cœlomic surface of course downwards. Examination was here possible by strong transmitted light (the full aperture of the Abbe condenser) as well as by reflected light. The surface is marked by radiating ridges (imperforate), and if there were any indraught the carmine particles should be *attracted* towards the centre of the disk and the bottom of the grooves; if there were merely no outrush they

* It is interesting to recall the development of the nephridium in *Peripatus*:—"The ventral half of each somite remains distinct, and consists of a small vesicle, leading from which is a small coiled tube (nephridium) which acquires an external opening" (Haddon's summary after Sedgwick, Embryology,' p. 59). This is comparable to the division of the vasoperitoneal sac into two in Echinodermata, the inferior (*sc.* ventral) portion going to form the ambulacral system.

should *gravitate* towards the bottom of the grooves. But this did not occur; on the contrary, the carmine settled round the edge of the disk; and in one or two places *on the ridges*, where, from their convergence, an eddy must necessarily exist: not a particle entered the grooves. Three madreporites were examined, all with the same results, even after three hours.

Exp. IV.—A Comatula (*Antedon rosaceus*) was examined disk upwards in sea-water with charcoal powder, the arms being removed to facilitate observation. During three hours no charcoal particles reached the surface of the disk, except along the *imperforate* ambulacral grooves; on the contrary, as they floated down towards the disk they seemed arrested above its surface by an invisible screen, which could have been only due to an outward current through the cœlomic pores.

Exp. V.—The same observations on *eviscerated disks* of Comatula gave the same results.

The above experiments show clearly that the perforations of the madreporite in *Echinus* and *Asterias*, and of the disk in Comatula, are purely excretory, and serve to eliminate the excess of water taken up by the body.

It may now be urged, "How, then, can the Echinoderm take up the liquid that fills its perivisceral and ambulacral cavities?" One might as well ask how a Vertebrate takes up the liquid in its cœlom, blood-vessels, and bladder. The answer is by *osmosis*, through the walls of the gut (respiratory siphon especially), the tube-feet, and the "gills." It will easily be seen that when a starfish protrudes its tube-feet rapidly the arm becomes limp from the evacuation of the ampullæ, and when it retracts them the arm regains its turgidity, owing to the refilling of the ampullæ. In *Echinus* the problem appears complicated by the close rigid shell, which would seem to prevent any ingress and egress of liquid from its cavity; but, in the first place, the soft peristome is protractile and retractile, and quite large enough to balance by its movements very considerable alterations in the capacity of the ampullæ; and in the next place the intestine, through which water is constantly streaming, is also dilatable.

In the majority of the Holothuria we find that the madreporite has lost its connexion with the surface, and opens into the cœlom. This admits of a ready explanation. The cloaca is rhythmically contractile, and receives the excess of the cœlomic liquid by what are physiologically nephrostomes attached to the respiratory trees, an arrangement physiologically the same as the nephridial apparatus of Rotifera. Théel

has shown that in some Elasipoda which have no respiratory trees, the madreporite has retained its primitive position at the surface. A curious converse transformation may be noted in Amphibia, and seems to shed light on the matter. In the aquatic tadpole there are numerous nephrostomes opening into the kidney, and so on to the exterior. In the adult Anuran, living mostly on land, and consequently absorbing less water by osmosis, the nephrostomes have lost their connexion with the kidney and open into the veins.

I have quoted Sharpey's observation as to the nature of the cœlomic liquid, exaggerated by most zoologists into a statement that it was pure sea-water, till P. Geddes rediscovered the corpuscles ("organic particles" of Sharpey). On filtering the cœlomic liquid of *Echinus* clear from the clot and boiling it down I obtained a flaky coagulum, which gave Millon's reaction perfectly and which must be due to a dissolved proteid, only coagulable on boiling, and distinct from the formed elements which compose the spontaneous coagulum.

To summarize:

1. The madreporic system of Echinodermata is morphologically and ontogenetically a (left) nephridium.

2. Its ciliary current is directed outward through the madreporic disk, and an outward current takes place through the pores of the disk of Comatula.

3. There is no need for the taking up of sea-water by a perforated plate, since osmosis is amply sufficient for the turgescence of dilatable organs.

4. The *rapid* contraction or erection of the tube-feet is due to the transference of liquid from one part to another; in Echinoidea this may be balanced by the protrusion or retraction of the peristome, or by contraction or dilatation of the gut, or in both these ways.

5. The change of position of the madreporite in most Holothuria is probably due to the usurpation of nephridial functions by the respiratory trees attached to the cloaca.

6. The cœlomic liquid of *Echinus* contains, besides corpuscles, a dissolved albuminoid, coagulated on boiling.

I take this opportunity of adding two notes on cognate subjects.

Note I.—I think it very probable that when an Actinian is at rest the lips of the oral slit are closely appressed, and, in

fact, hermetically sealed. The turgescence of the body would then take place by osmosis, and the apical pores of the tentacles would have the double function (*a*) of the periodical or perhaps constant discharge in small quantities of the excess of liquid, (*b*) of its rapid discharge when, in defence, the animal wishes rapidly to reduce its bulk.

Note II.—The nephrostomes of Rotifers and many other lower Vermes are described as having a single long flagellum working inside them. Now from the same optical reasons that make it impossible to conclude from the mere microscopic picture what is the true structure of striated muscle or the markings of a Diatom, it is equally impossible to conclude what is the true structure of these "flame-like" nephrostomes. A lining of fine vibratile cilia would leave an undulating lumen that would be optically identical with the supposed single flagellum. The precise attachments and working of such a flagellum form a problem that no one has attempted to tackle; whereas the view that there is a lining of fine cilia offers no such difficulties; and this view is hence the more plausible. It has, moreover, the advantage of completely homologizing these structures with the nephridia of their more highly organized allies.

with the author's Compts.

7

REPRINTED

FROM THE

PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY.

[*From the* PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, Vol. 43.]

"The Emigration of Amœboid Corpuscles in the Starfish." By HERBERT E. DURHAM, B.A., lately Vintner Exhibitioner, King's College, Cambridge. Communicated by P. HERBERT CARPENTER, D.Sc., F.R.S., F.L.S. Received January 5, 1888.

[PLATE 3.]

Through the kindness of Professor M'Intosh, to whom my very best thanks are due, I spent some time last summer at the Marine Laboratory at Saint Andrews.

The results given below arose from what were intended to be control experiments in some observations which aimed at determining, if possible, what organ or system of organs is definitely excretory in function in the Echinoderms.

The common starfish (*Asterias rubens*) was the form used, being convenient both from its size and from its abundance.

Indian ink or a precipitated aniline blue was injected into the cœlomic cavity by means of a fine pipette or a hypodermic syringe. It was found best to insert the instrument into an arm close to the disk, for then the arm is far more rarely thrown off than if the puncture is made near its distal end. The specimen was next held in different positions so as to distribute the injected fluid.

The granules that are introduced are ingested by the amœboid corpuscles which float in the cœlomic fluid, as can readily be demonstrated by microscopic examination of that fluid. The granule-laden phagocytes can be seen very plainly, owing to the particles they have ingested, in the dermal branchiæ of a living specimen. The cilia of the cœlomic epithelium cause them to dance up and down in the branchia, and to be thrown against its wall. Every now and again a corpuscle will adhere, and by repetition of this process a small clump may be formed; this occurs at or near the apex of the branchia.

The corpuscles after their adhesion to the wall of the branchia creep by their amœboid movement through the cœlomic epithelium, the connective tissue layer, and the epidermis to the exterior (fig. 1). Thus a clump may be formed on the outer side of the branchia, and the animal is freed from some of the irritating particles.

In these clumps the corpuscles retain their individuality (fig. 2), they do not fuse to form plasmodia such as Geddes* describes in the so-called clotting of the perivisceral fluid of urchins; indeed if such a coalescence did take place the facility for their migration through tissues would be considerably diminished.

In cases where the emigration is proceeding exceedingly actively, besides the isolated phagocytes that are seen at different depths in the branchial wall on their outward journey, the apices of some of the branchiæ appear to be perforated by an aperture, which is entirely filled up by a plug of phagocytes (fig. 3, *p*). It is clear that such a result might be due either to a stretching of the wall by a simultaneous entrance of several phagocytes at a certain point and subsequent intrusions of others between them, or to an actual rupture or carrying away of part of the wall by the energy and magnitude of the emigration round one patch. So far as can be made out from serial sections the former of these alternatives holds good; there seems, however, to be no reason why the latter might not also take place.

Since in preparing Echinoderms for sections it is usual to distend them with the fixing fluid, I should mention that here such treatment has been avoided. The specimens were anæsthetisized with chloral hydrate, and the gills could then be removed in a distended state while moreover they remained distended after removal.

To return to the subject: after their arrival at the exterior the corpuscles retain their irregular amœboid shape for a time. They then become spherical and swell up and later they disintegrate, the granules they contained being scattered free.

It was found that besides the corpuscles containing Indian ink particles in the extruded material, there occurred amœboid cells loaded with refringent granules (fig. 2, *b*); moreover it is not only in the injected specimens that such corpuscles emigrate; for if a starfish is kept in a vessel (into which fresh sea-water is constantly dripping) it throws off from its surface a certain amount of a dirty brownish slime. This slime contains large corpuscles with refringent granules (fig. 4) which are apparently identical with those mentioned above, and with those peculiar cells which occur here and there in different parts of the animal, especially perhaps in the so-called "heart;" they are called "Plasma-Wanderzellen" by the Germans: I propose to refer to them as "sphæruliferous" corpuscles.

* 'Archives de Zoologie Expérimentale,' vol. 8, p. 483.

In the slime these sphæruliferous corpuscles are seen in various stages of disintegration, held together by a material of slimy consistency which is, at any rate in part, derived from the swollen-up stromata of the corpuscles, some doubtless having origin in the scattered mucous gland cells of the epidermis. Besides these elements a holotrichous infusorian occurred, frequently in considerable numbers, swimming about and feeding on the freely scattered granules. In connexion with this I might also note that on a large percentage of the specimens of *Asterias rubens* observed at Saint Andrews there crawled a species of *Caprella.* These Caprellæ feed on the above-mentioned slime; and those which lived on specimens treated with aniline blue presented particularly gay alimentary canals.

As regards the emigration of these sphæruliferous cells, it is interesting to find that Hamann* has recently described and figured the presence of such corpuscles in the wall of the ambulacral gills of Echinids; these are doubtless on their outward journey. I might also note here that when the dermal branchiæ of *Asterina gibbosa* are slightly, not rigidly, distended, they move round and round, more or less circularly, so that their apices rub against the neighbouring ossicles. This movement might be interpreted as the expression of attempts to remove emigrated corpuscles from their surface; the branchiæ when removed showed sphæruliferous cells in their wall.

I hope to make further observations to help to elucidate the meaning of this out-wandering of sphæruliferous cells, about which at present it is impossible to draw up any definite conclusions. I desire now merely to note its occurrence.

It seems evident, however, that the starfish has the power of removing minute foreign particles introduced into its system; and it is conceivable that in nature such particles might gain admittance to the cœlomic cavity when an arm is thrown off.

It does not seem clear what becomes of insoluble foreign granules when they are introduced into other animals, except in the case of mammals; at any rate I have been unable to find any account of an actual transportation to the exterior such as has been described above.

Over and above any respiratory function that the dermal branchiæ may have, they form from their structure convenient places for the out-passage of scavenging amœboid cells. Hamann† notes that their nerve supply is very scanty; the well-being of a fine nerve plexus would obviously not be added to by amœboid cells traversing it.

To summarise in a few words—minute foreign bodies introduced into the body-cavity of the starfish are removed to the exterior by

* 'Jenaische Zeitschrift,' vol. 21, p. 159, and Taf. VI, fig. 12.

† 'Die Asteriden,' Jena, 1885 (p. 11).

phagocytes which pass out through the dermal branchiæ. In conclusion, I should state that clumps of corpuscles occur, here and there, in the pore canals of the madreporite both of *Asterias rubens* and *Cribrella ocellata* as seen in sections. The madreporites and neighbouring structures were removed from full-grown specimens and then placed in hardening fluids: this being so, I think it not improbable that these corpuscles came from the cut end of the "heart," and arrived at their position by the outward ciliary current, recently described by Dr. Hartog.* It is difficult to conceive that such an outflow of corpuscles should take place normally; for then there must be a continual loss of *ordinary* as well as of *sphæruliferous corpuscles*.

EXPLANATION OF PLATE 3.

Fig. 1.—Section through a dermal branchia of *Asterias rubens*, after Indian ink injection. *c. e.*, cœlomic epithelium; *c. t.*, connective tissue; *e*, epidermis; *cut.*, cuticle.

Fig. 2.—Corpuscles containing granules of Indian ink, taken off a branchia. *b*, sphæruliferous corpuscle.

Fig. 3.—Section through terminal portion of dermal branchia. Note the plug of corpuscles (*p*) and crowding of epiderm nuclei at its sides. The other letters as in fig. 1.

Fig. 4.—Sphæruliferous cells from slime. *l*, liberated sphærules.

* M. M. Hartog, 'Ann. Mag. Nat. Hist.,' Nov. 1887.

HARRISON AND SONS, PRINTERS IN ORDINARY TO HER MAJESTY, ST. MARTIN'S LANE.



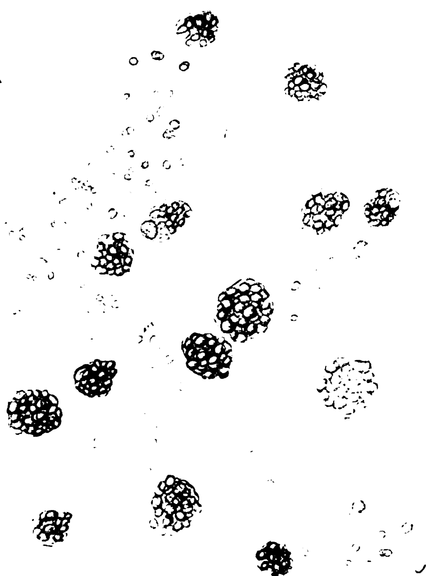




Fig. 2. (× 640)



Fig. 3 (× 190)

Lith. & Imp. Camb. Sci. Inst. Co.
H. E. Durham del.

with the author's compliments

REPRINTED

FROM THE

PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY.

[*From the* PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, Vol. 43.]

"Note on the Madreporite of *Cribrella ocellata*." By HERBERT E. DURHAM, B.A., lately Vintner Exhibitioner, King's College, Cambridge. Communicated by P. HERBERT CARPENTER, D.Sc., F.R.S., F.L.S. Received January 5, 1888.

I have a series of vertical longitudinal (radial) sections carried through the madreporite, &c., of a full-grown specimen of *Cribrella ocellata*: in this series the madreporic canals have a peculiar relation to the stone canal or water-tube.

Most of the pore canals pass into collecting canals which open into the stone canal directly: some few, however, lead into the space below the madreporite, which is the upper extremity of the "schlauchförmiger Kanal." The stone canal dilates laterally on each side into an "*ampulla*," and one of these lateral lobes of the ampulla has an aperture into the "schlauchförmiger Kanal." Now the "schlauchförmiger Kanal" is derived from the enterocœle (Hamann),* so that in the specimen described there is a permanent connexion between the hydrocœle cavity and the enterocœle cavity.

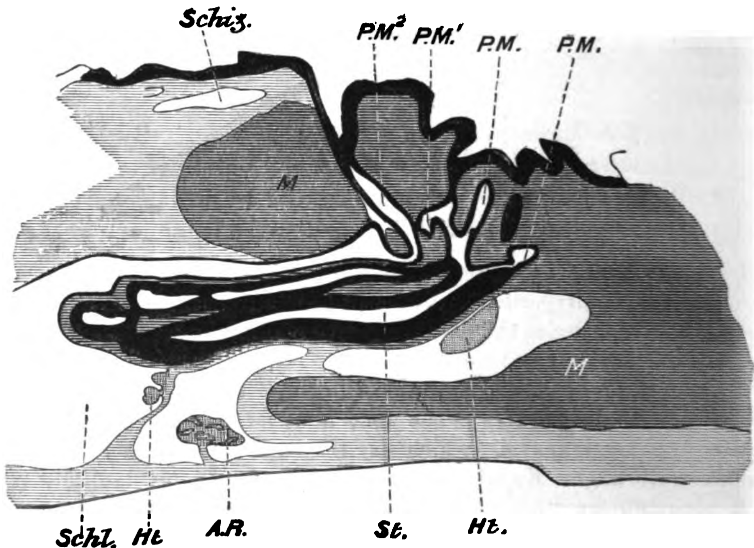
* O. Hamann, Die Asteriden,' p. 51, Jena, 1885.

Ludwig* states that he was unable to find any such connexion (a connexion which would explain the injection results obtained by many observers) in the forms investigated by him, and I can confirm his statement for *Asterias rubens*. Neither in *A. rubens* nor in *Cribrella ocellata* have I detected any connexion between the water vascular and "blood vascular" systems in this region of the body.

Section 1 (fig. 5) passes along the upper extremity of the stone canal between the dilatations, and through one of the abnormal pore canals (PM²); by examination of neighbouring sections it is seen that the lumen of the pore canal is continuous from the exterior to the "schlauchförmiger Kanal" (Schl) and also that there is a communication between the canals (PM¹) and (PM²). Two other canals (PM) are seen opening into the stone canal (St).

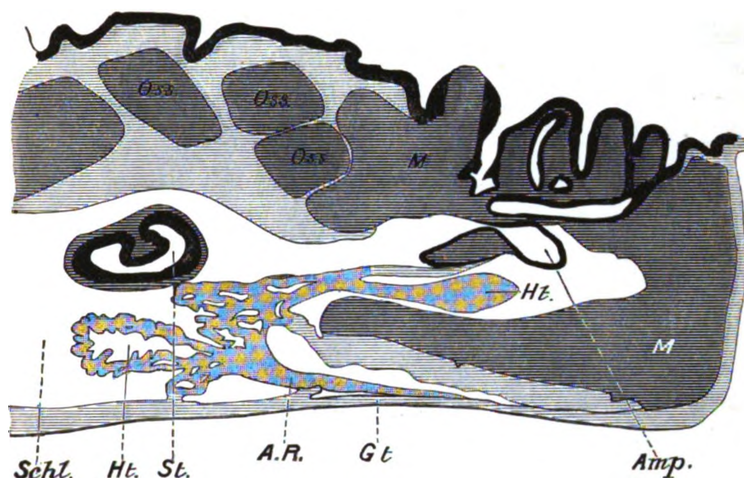
Section 2 (fig. 6) passes through the aperture of communication between the *ampulla* and the "schlauchförmiger Kanal." In this section the continuity of the "*heart*" or dorsal organ (Ht) and anal "blood" ring (AR) is seen; also a gut vessel (Gt) from the latter.

Fig. 5.



* H. Ludwig, Zeitschr. Wiss. Zool.,' vol. 30, 1878, pp. 103, 104.

Fig. 6.



I am not in a position to state that such is the usual arrangement in *Cribrella:* but that such a connexion should exist even as an abnormality is not without interest. Mere closure of the internal aperture of the ampulla would not lead to the common asterid arrangement, because of the canals (PM^2 and PM^1) and others with similar relations, which are some distance from the aperture of the ampulla.

EXPLANATION OF LETTERS.

Amp.	Ampulla.
AR.	Anal "blood vascular" ring.
Gt.	Tract of "blood-vessels" to gut.
Ht.	"Heart" or dorsal organ.
M.	Madreporic ossicle.
Oss.	Ossicles in body wall.
PM, PM^1, PM^2	Pore canals of madreporite.
Schl.	"Schlauchförmiger Kanal."
St.	Stone canal.

SHADING.

Light.	Connective tissue and muscle.
Dark.	Ossicles.
Black.	Epithelium of stone canal, &c.
Cross.	"Blood vascular" tracts.

HARRISON AND SONS, PRINTERS IN ORDINARY TO HER MAJESTY, ST. MARTIN'S LANE.